

KAJIAN KARAKTERISTIK KIMIA DAN TINGKAT KENYANG *FOOD BAR GRITS* KACANG KOMAK DAN *GRITS* KACANG KEDELAI HITAM HASIL FORMULASI MENGGUNAKAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*

SKRIPSI

Oleh:
ISHMAH HANIFAH
NIM 155100109011004



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

KAJIAN KARAKTERISTIK KIMIA DAN TINGKAT KENYANG *FOOD BAR GRITS* KACANG KOMAK DAN *GRITS* KACANG KEDELAI HITAM HASIL FORMULASI MENGGUNAKAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*

Oleh:
ISHMAH HANIFAH
NIM 155100109011004

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pertanian



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Kajian Karakteristik Kimia dan Tingkat Kenyang
Food Bar Grits Kacang Komak dan *Grits*
Kacang Kedelai Hitam Hasil Formulasi
Menggunakan Metode *Linear Programming*

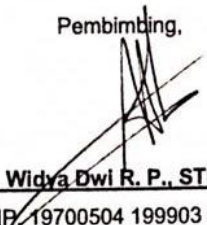
Nama Mahasiswa : Ishmah Hanifah

NIM : 155100109011004

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing,


Dr. Widya Dwi R. P., STP, MP.

NIP. 19700504 199903 2 002

Tanggal Persetujuan:

09 / 02 / 18

LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Kajian Karakteristik Kimia dan Tingkat Kenyang
Food Bar Grits Kacang Komak dan *Grits*
Kacang Kedelai Hitam Hasil Formulasi
Menggunakan Metode *Linear Programming*

Nama Mahasiswa : Ishmah Hanifah

NIM : 155100109011004

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,



Wenny B. S., STP, M.Food St, PhD.

NIP. 19820405 200801 2 015

Dosen Penguji II,



Ahmad Zaki M., STP, M.Si, PhD.

NIK. 201201 820815 1 001

Dosen Pembimbing,



Dr. Widya Dwi R. P., STP, MP.

NIP. 19700504 199903 2 002

Ketua Jurusan,



Prof. Dr. Teti Estiasih, STP, MP.

NIP. 19701226 200212 2 001

Tanggal Lulus TA :

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Tangerang tanggal 20 Januari 1995. Penulis adalah anak pertama dari pasangan Bapak Praptono Djunedo dan Ibu Nurcahayati. Penulis mengawali jenjang pendidikan di SDIT Al-Utsmaniyah pada tahun 2000-2006. Kemudian melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah pertama di SMPN 1 Citeureup dan lulus pada tahun 2009. Tahun 2012 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 8 Bogor. Tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Program Diploma Keahlian Supervisor Jaminan Mutu Pangan Institut Pertanian Bogor melalui jalur USMI (Undangan Seleksi Masuk IPB). Selama menempuh pendidikan Diploma, penulis aktif mengikuti kegiatan di LKM Kelompok Pemerhati Lingkungan Angsana Diploma IPB. Penulis menjabat sebagai koordinator pendidikan lingkungan. Tahun 2015 penulis melaksanakan praktik kerja lapang di PT ISAM (Industri Susu Alam Murni), Bandung. Pada tahun yang sama penulis menyelesaikan pendidikan diploma dengan predikat sangat memuaskan. Penulis melanjutkan jenjang pendidikan sarjana di Universitas Brawijaya. Tahun 2016, saat menempuh kuliah di Universitas Brawijaya, penulis mengikuti kegiatan kemahasiswaan Forkita.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

| | |
|----------------|---|
| Judul TA | : Kajian Karakteristik Kimia dan Tingkat Kenyang <i>Food Bar Grits</i> Kacang Komak dan <i>Grits</i> Kacang Kedelai Hitam Hasil Formulasi Menggunakan Metode <i>Linear Programming</i> |
| Nama Mahasiswa | : Ishmah Hanifah |
| NIM | : 155100109011004 |
| Jurusan | : Teknologi Hasil Pertanian |
| Fakultas | : Teknologi Pertanian |

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 12 Februari 2018
Pembuat pernyataan,



Ishmah Hanifah
NIM 155100109011004

ISHMAH HANIFAH. 155100109011004. Kajian Karakteristik Kimia dan Tingkat Kenyang *Food Bar Grits* Kacang Komak dan *Grits* Kacang Kedelai Hitam Hasil Formulasi Menggunakan Metode *Linear Programming*. Skripsi. Pembimbing: Dr. Widya Dwi R. P., STP, MP.

RINGKASAN

Komoditas kacang-kacangan dinilai penting sebagai sumber protein nabati dan memiliki daya guna yang sangat luas. Namun, beberapa diantara komoditas kacang, seperti kacang komak dan kacang kedelai hitam belum banyak dimanfaatkan sebagai diversifikasi produk pangan. Produktivitas dan kandungan gizi kedua kacang tergolong tinggi. Kesibukan masyarakat pada era yang serba cepat ini menyebabkan kebutuhan akan segala sesuatu yang serba praktis, termasuk dalam segi makanan. Makanan siap santap (*ready to eat*) seperti *food bar* dapat menjadi pilihan. *Food bar* tergolong produk makanan darurat yang berkalori tinggi dan diperkaya dengan nutrisi, kemudian dibentuk menjadi bentuk padat dan kompak.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formulasi *food bar* berbasis kacang komak dan kacang kedelai hitam sebagai alternatif makanan siap santap bernutrisi yang diharapkan mampu memberikan efek kenyang. Formulasi *food bar* yang diperoleh diuji karakteristik kimia dan tingkat kenyangnya. Pemecahan formulasi *food bar* menggunakan metode *linear programming* dengan bantuan perangkat lunak POM-QM versi 3.0. Terdapat enam variabel keputusan dalam membuat formula *food bar*, yaitu *grits* kacang kedelai hitam, *grits* kacang komak, margarin, madu, gula merah, dan cokelat susu batang. Fungsi tujuan bersifat maksimal. Fungsi pembatas yaitu 0,33 bahan pengikat, 0,25 cokelat susu batang, 0,42 kacang, 0,48-0,60 karbohidrat, 0,12-0,18 protein, dan 0,19-0,24 lemak. Variabel yang dinilai pada uji tingkat kenyang adalah kenyang akhir, lapar, keinginan makan, dan kepuasan dan indeks kenyang. Pada uji kimia, parameter yang diuji adalah kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, dan serat kasar serta perhitungan total kalori. Data dianalisa menggunakan minitab 17 *statistical software*.

Formulasi terbaik adalah pada persentase kacang kedelai hitam dan kacang komak masing-masing yaitu 26,1% dan 15,9% dan persentase bahan tambahan sebesar 8% margarin, 13% madu, dan 12% gula merah. Karakteristik kimia yang didapatkan yaitu 7,18% air, 2,67% abu, 13,07% protein, 19,00% lemak, dan 58,08% karbohidrat serta total kalori sebesar 227,80 kkal/ 50 g. Variabel tingkat kenyang yang didapatkan skala sebesar 6,65 kenyang, 7,29 lapar, 5,18 keinginan makan, 6,87 kepuasan, dan 3,95 indeks kenyang.

Kata kunci: *food bar*, kacang kedelai hitam, kacang komak, *linear programming*, tingkat kenyang

ISHMAH HANIFAH. 155100109011004. Study of Chemical Characteristic and Satiation of Lablab Bean and Black Soybean Grits Food Bar, Formulation Using Linear Programming Method. Undergraduted Thesis. Supervisor: Dr. Widya Dwi R. P., STP, MP.

SUMMARY

Legumes are considered as an important source of protein and wide usability. However, utilization of some legumes such as lablab bean and black soybean have not been optimal as a food diversification yet. Lablab bean and black soybean have high productivity and nutritional content. The society activities in this fast era leads to the need for everything in practical, including in terms of food. RTE (Ready To Eat) food such a food bar can be an option. Food bar is classified as an emergency food product which contain high calorie and nutrition. Then formed into firm and compact.

The purpose of this study was to obtained food bar formulation that based on lablab bean and black soy bean as an alternative nutritional food that expected to give an effect of satiation. Food bar formulations were tested to see its chemical characteristic and level of satiation. Food bar formulations were solved by linear programming method with POM-QM version 3.0 software. There were six decision variables that consist of black soybean grits, lablab bean grits, margarine, honey, brown sugar, and chocolate milk. Maximal objective function was used. There were six constraint functions that consist of 0,33 binder, 0,25 chocolate milk, 0,42 black soybean dan lablab bean, 0,48-0,60 carbohydrate, 0,12-0,18 protein, and 0,19-0,24 fat. Variables that assessed in level of satiation were satiation, hunger, desire to eat, satisfaction and index of satiation. Chemical characteristics parameter were moisture, ash, fat, protein, carbohydrate, fiber content, and calorie total. The data was analyzed by Minitab 17 statistical software.

The best formulation was 26,1% black soy bean and 15,9% lablab bean, 8% margarine, 13% honey, and 12% brown sugar. Chemical characteristics and satiation level from the best formula were 7,18% moisture, 2,67% ash, 13,07% protein, 19,00% fat, and 58,08% carbohydrate with 227,80 kcal/ 50 grams calorie, 6,65 satiation, 7,29 hunger, 5,18 desire to eat, 6,87 satisfaction, and 3,95 satiation index.

Keywords: black soybean, food bar, lablab bean, linear programming, satiation

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar strata satu ini dapat diselesaikan. Adapun judul yang dipilih dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah Kajian Karakteristik Kimia dan Tingkat Kenyang *Food Bar Grits* Kacang Komak dan *Grits* Kacang Kedelai Hitam Hasil Formulasi Menggunakan Metode *Linear Programming*. Tersusunnya laporan ini, tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Abi, umi dan adik-adik lelakiku tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan penuh kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Widya Dwi R. P., STP, MP. selaku Dosen Pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan banyak saran serta bimbingan selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir.
3. Teman-teman SAP seperjuangan Hosnariyah, kak Indah, kak Puji, Putri, dan Arista. Juga kepada Dita, Dian, Dinda, kak Fitri, kak Citra yang memberikan gangguan dan cobaan, tapi selalu menyelipkan do'a, semangat, dan motivasi kepada penulis.
4. Seluruh rekan-rekan THP, rekan-rekan laboran THP atas pengalaman dan bantuannya selama mengenyam pendidikan di Universitas Brawijaya.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Februari 2018

Penulis,

Ishmah Hanifah

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| RINGKASAN | vii |
| SUMMARY | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| | |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Hipotesis..... | 3 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 <i>Food Bar</i> | 4 |
| 2.2 Kacang Komak (<i>Labiab purpureus</i> (L.) sweet)..... | 5 |
| 2.3 Kacang Kedelai Hitam (<i>Glycine soja</i> (L.))..... | 8 |
| 2.4 Bahan Tambahan <i>Food Bar</i> | 10 |
| 2.5 <i>Linear Programming</i> | 13 |
| 2.6 Kenyang (<i>Satiation and Satiety</i>)..... | 14 |
| 2.7 Metode Penilaian <i>Visual Analogue Scale</i> (VAS)..... | 17 |
| III BAHAN DAN METODE PENELITIAN | 19 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan..... | 19 |
| 3.2 Bahan dan Alat..... | 19 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 20 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian..... | 27 |
| 3.4 Pengamatan dan Analisa Data..... | 30 |
| 3.5 Diagram Alir..... | 31 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 36 |
| 4.1 Karakteristik Bahan Baku..... | 36 |
| 4.2 Penyelesaian Model Matematis..... | 38 |
| 4.3 Implementasi model..... | 40 |
| 4.4 Karakteristik Kimia <i>Food bar</i> | 41 |
| 4.5 Pengujian Tingkat Kenyang..... | 46 |
| 4.6 Penentuan Formula Terbaik..... | 63 |
| V KESIMPULAN DAN SARAN | 65 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 65 |
| 5.2 Saran..... | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA | 66 |
| LAMPIRAN | 75 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Syarat kandungan gizi <i>food bar</i> | 5 |
| Tabel 2.2 Komponen kimia biji kacang komak per 100 g bahan..... | 7 |
| Tabel 2.3 Komponen kimia kacang kedelai hitam per 100 g bahan | 9 |
| Tabel 2.4 Komponen kimia margarin per 100 g | 10 |
| Tabel 2.5 Komponen kimia madu per 100 g bahan..... | 11 |
| Tabel 2.6 Komponen kimia gula merah per 100 g bahan | 12 |
| Tabel 2.7 Komponen kimia coklat susu per 100 g bahan | 12 |
| Tabel 2.8 Sensasi lapar | 16 |
| Tabel 2.9 Sensasi kenyang..... | 16 |
| Tabel 3.1 Basis formula <i>food bar</i> | 20 |
| Tabel 4.1 Hasil analisis kimia grits kacang komak dan grits kedelai hitam | 36 |
| Tabel 4.2 Batasan bahan pengikat <i>food bar</i> | 39 |
| Tabel 4.3 Formulasi <i>food bar</i> hasil perhitungan <i>linear programming</i> | 39 |
| Tabel 4.4 Data rerata hasil analisis kimia <i>food bar</i> | 41 |
| Tabel 4.5 Kategori Indeks Massa Tubuh (IMT) | 47 |
| Tabel 4.6 Variabel respon tingkat kenyang <i>food bar</i> | 48 |
| Tabel 4.7 Hasil uji <i>Wilcoxon signed ranks</i> keinginan makan | 54 |
| Tabel 4.8 Variabel respon penambahan kenyang..... | 56 |
| Tabel 4.9 Hasil uji <i>Wilcoxon Signed Ranks</i> penambahan kenyang | 57 |
| Tabel 4.10 Hubungan makronutrien dan respon kenyang..... | 60 |
| Tabel 4.11 Hasil formulasi terbaik..... | 63 |
| Tabel 4.12 Karakteristik formula terbaik <i>food bar</i> | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Benih kacang komak kuning | 6 |
| Gambar 2.2 Kacang kedelai hitam mentah | 8 |
| Gambar 2.3 <i>Satiety Cascade</i> | 15 |
| Gambar 2.4 Contoh VAS tingkat kenyang | 18 |
| Gambar 3.1 Pemecahan masalah optimasi | 21 |
| Gambar 3.2 Skema Penelitian | 31 |
| Gambar 3.3 Pembuatan <i>Grits</i> Kacang Komak | 32 |
| Gambar 3.4 Pembuatan <i>Grits</i> Kacang Kedelai Hitam | 33 |
| Gambar 3.5 Pembuatan <i>Food Bar</i> | 34 |
| Gambar 3.6 Pengujian Tingkat Kenyang | 35 |
| Gambar 4.1 <i>Box plot</i> rasa kenyang | 50 |
| Gambar 4.2 <i>Box plot</i> kepuasan | 51 |
| Gambar 4.3 Hubungan antara kenyang dengan kepuasan | 52 |
| Gambar 4.4 <i>Box plot</i> rasa lapar | 53 |
| Gambar 4.5 <i>Box plot</i> keinginan untuk makan | 54 |
| Gambar 4.6 Hubungan antara keinginan makan dengan lapar | 55 |
| Gambar 4.7 <i>Box plot</i> penambahan kenyang | 57 |
| Gambar 4.8 Hubungan antara penambahan kenyang dan keinginan makan | 58 |
| Gambar 4.9 Hubungan antara penambahan kenyang dan kepuasan | 58 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1. Analisis Proksimat..... | 76 |
| Lampiran 2. Kuisisioner pengujian tingkat kenyang | 79 |
| Lampiran 3. Data hasil analisis kimia bahan baku | 82 |
| Lampiran 4. Perhitungan kalori bahan baku..... | 84 |
| Lampiran 5. Input data aplikasi POM QM | 85 |
| Lampiran 6. Data hasil analisis kimia produk | 86 |
| Lampiran 7. Pengolahan data analisis kimia | 89 |
| Lampiran 8. Data hasil pengujian tingkat kenyang | 93 |
| Lampiran 9. Pengolahan data tingkat kenyang | 96 |
| Lampiran 10. Uji lanjut <i>Wilcoxon signed ranks</i> | 97 |
| Lampiran 11. Korelasi antar variabel respon dan makronutrien | 98 |
| Lampiran 12. Pemilihan formula terbaik metode <i>multiple attribute</i> | 99 |
| Lampiran 13. Dokumentasi penelitian | 101 |

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komoditas kacang-kacangan dinilai penting sebagai sumber protein nabati dan memiliki daya guna yang sangat luas (Muchtadi dkk., 2010). Menurut Ariani (2005), sumbangan protein dari kacang-kacangan terhadap total konsumsi protein sekitar 10-11%. Namun, beberapa diantara komoditas kacang, seperti kacang komak dan kacang kedelai hitam belum banyak dimanfaatkan sebagai diversifikasi produk pangan.

Kacang komak merupakan jenis kacang-kacangan asli Indonesia yang banyak ditanam di daerah Jawa Timur dan Nusa Tenggara Barat. Jenis kacang ini mudah dibudidayakan dan dapat dipanen lebih dari 5 kali dalam sekali tanam. Selain itu, kacang komak dapat tumbuh dan berproduksi pada lahan yang kurang subur. Produktivitas kacang komak tergolong tinggi yaitu mencapai 1,0-1,2 ton/ha (Sudjarwo dkk., 2014). Secara umum, pemanfaatan kacang komak hanya sebagai sayuran polong muda (Kania dkk., 2015). Berdasarkan analisa Mosisa dan Tura (2017), kandungan gizi pada kacang komak mentah cukup tinggi yaitu 24,63% protein, 0,90% lemak, 65,85% karbohidrat dan 4,63% serat.

Komoditas yang juga dinilai penting untuk dimanfaatkan adalah kacang kedelai hitam, terutama jika dibandingkan dengan kacang kedelai kuning. Selama ini, pemanfaatan kedelai hitam hanya sebatas bahan baku pembuatan kecap. Padahal di sejumlah negara seperti Cina, Jepang, dan Taiwan, kedelai hitam menjadi bahan baku pembuatan es krim dan salad (Suryo, 2010). Pada tahun 2008, Badan Litbang Pertanian melepas varietas kacang kedelai hitam baru yaitu Detam 1 dan Detam 2. Detam 1 memiliki potensi hasil hingga 3,45 ton/ha. Selain itu, Detam 1 memiliki ukuran biji yang besar dan kandungan protein yang tinggi (Badan Litbang Pertanian, 2012). Berdasarkan analisis Putri dkk. (2016), Detam 1 memiliki kandungan gizi sebesar 36,50% protein dan 14,59% lemak, dan 43,11% karbohidrat sedangkan serat sebesar 7,51% (Patel dan Pandya, 2014).

Kesibukan masyarakat di era yang serba cepat ini menyebabkan kebutuhan akan segala sesuatu yang serba praktis, termasuk dalam segi makanan. Secara umum, makanan pokok masyarakat Indonesia adalah nasi. Namun kini, timbul keinginan untuk mengganti nasi dengan alternatif lain.

Makanan siap santap (*ready to eat*) seperti *food bar* dapat menjadi pilihan. *Food bar* juga dikenal sebagai pangan darurat yang bersifat *ready to eat* dan berbentuk batang. *Food bar* dapat dibuat dari berbagai jenis bahan baku (*blended food*) seperti *oats*, *rice crispy*, kacang-kacangan, buah-buahan kering atau kombinasi bahan baku tersebut. Selain itu, *food bar* juga merupakan makanan berkalori tinggi, yang diperkaya dengan nutrisi, kemudian dibentuk menjadi bentuk padat dan kompak (Ladamay dan Yuwono, 2014).

Hasil pengujian konsumen *food bar* yang tersedia secara komersial telah menunjukkan bahwa rasa yang disukai adalah manis, karamel, sereal, dan kacang (Ryland, 2003). Penelitian terkait formulasi *food bar* telah banyak dilakukan, diantaranya menggunakan campuran tepung kacang kedelai, tepung kacang hijau, tepung kacang kecipir, dan tepung kacang koro (Ekafitri dan Isworo, 2014). Pada penelitian Fajri dkk. (2013), bahan baku yang digunakan adalah tepung kedelai, tepung kacang hijau, dan labu kuning. Pada penelitian Carella (2016), basis formula *food bar* terbuat dari kacang merah dan ubi jalar ungu. Selain itu, terdapat pula formulasi *food bar* menggunakan ubi jalar dan kacang kedelai hitam (Avianty dan Ayustaningwarno, 2014).

Berdasarkan uraian tersebut, kacang-kacangan seperti kacang komak dan kacang kedelai hitam juga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku formulasi *food bar* siap santap. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formulasi *food bar* berbasis kacang komak dan kacang kedelai hitam sebagai alternatif makanan siap santap bernutrisi yang diharapkan mampu memberikan efek kenyang dan dapat menunda lapar. Formulasi *food bar* yang diperoleh selanjutnya diuji karakteristik kimia dan tingkat kenyangnya. Nurafiliyah dan Widjanarko (2014), menyebutkan bahwa mengkonsumsi bahan pangan padat atau semi-padat akan menekan nafsu makan lebih besar dibandingkan dengan bahan pangan cair. Pemenuhan kalori diharapkan sesuai dengan rekomendasi Zoumas *et al.* (2002), sedangkan pemecahan formulasinya menggunakan metode *linear programming*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka permasalahan yang timbul yaitu:

1. Berapa proporsi *grits* kacang komak, *grits* kacang kedelai hitam, dan bahan lain yang ditambahkan agar menghasilkan formulasi yang sesuai dengan

syarat kandungan gizi *food bar* dengan menggunakan metode *Linear Programming*?

2. Bagaimana tingkat kenyang *food bar* yang dihasilkan menggunakan metode *Visual Analogue Scale*?
3. Bagaimana penentuan formula terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan tingkat kenyang menggunakan metode *multiple attribute*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu:

1. Mengetahui proporsi *grits* kacang komak, *grits* kacang kedelai hitam, dan bahan lain yang akan ditambahkan secara tepat sehingga dihasilkan formulasi yang sesuai dengan syarat kandungan gizi *food bar* menggunakan metode *Linear Programming*.
2. Mengetahui tingkat kenyang *food bar* yang dihasilkan menggunakan metode *Visual Analogue Scale*.
3. Mengetahui formula terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan tingkat kenyang *food bar* menggunakan metode *multiple attribute*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai produk *food bar* dengan bahan baku kacang komak dan kacang kedelai hitam.
2. Memanfaatkan potensi pengolahan kacang lokal yaitu kacang komak dan kacang kedelai hitam sebagai *food bar*.
3. Merekomendasikan produk *food bar* sebagai makanan pengganti lapar yang memenuhi syarat kandungan gizi *food bar*.

1.5 Hipotesis

Diduga formula *food bar* berbahan baku *grits* kacang kedelai hitam dan *grits* kacang komak hasil formulasi menggunakan *linear programming* berdasarkan syarat kandungan gizi *food bar* (Zoumas *et al.*, 2002) dapat memberikan efek kenyang tertentu.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Food Bar

Food bar dikenal sebagai produk pangan darurat yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan konsumsi harian energi dan gizi apabila terjadi keadaan darurat. Keadaan darurat yang dimaksudkan adalah banjir, longsor, gempa bumi, musim kelaparan, kebakaran, peperangan, dan kejadian lain yang mengakibatkan manusia segera memerlukan asupan makanan (Ekafitri dan Isworo, 2014). *Food bar* memiliki nilai a_w yang rendah sehingga memiliki umur simpan yang cukup lama. Makanan ini berbentuk batang sehingga memudahkan dalam pengemasan dan lebih menghemat tempat. *Food bar* tersusun dari berbagai macam bahan kering seperti sereal, kacang-kacangan, buah-buahan kering yang digabungkan menjadi satu dengan pengikat. Pengikat dapat berupa sirup, nougat, caramel, coklat, dan lain-lain (Rahman dkk., 2011). Pembuatan *food bar* dilakukan dengan metode pemanggangan. Berdasarkan penelitian Rahman dkk. (2011), suhu pemanggangan 120° C selama 40 menit dan 140° C selama 5 menit merupakan suhu dan waktu pemanggangan yang terbaik (Ekafitri dan Isworo, 2014).

Berdasarkan penelitian Agbaje *et al.* (2016), *cereal bars* dibuat dari beras ketan dan beberapa makanan sunnah kering. Perlakuan pendahuluan dilakukan dengan perendaman beras ketan dengan air yang ditambahkan dengan saffron selama 24 jam. Beras ketan yang telah direndam lalu dikukus dan dikeringkan pada suhu 155° C. Makanan sunnah kering (kurma, buah ara, dan kismis) kemudian dipotong dadu dan ditambahkan jinten hitam. Pengikat yang digunakan adalah sirup glukosa dan madu yang dipanaskan terlebih dahulu. Bahan-bahan yang telah dipotong dadu dicampurkan bersama bahan pengikat dan diaduk rata. Panaskan di dalam oven suhu 100° C selama 15 menit. Dinginkan sebelum dipotong persegi panjang dengan ukuran 11 cm x 3 cm x 1,5 cm.

Kini *food bar* telah dikenal sebagai *energy bar* atau camilan penunda lapar. Beragam jenis *food bar* yang beredar di pasar telah diperkaya oleh vitamin dan mineral, sehingga banyak orang memanfaatkannya sebagai makanan diet, bahkan pengganti makan siang dan makan malam. *Food bar* komersial seperti soyjoy dibuat dari tepung kedelai dan buah-buahan asli yang dikeringkan. Kalori

sebesar 130 kkal dan nutrisi penting seperti protein dan serat mampu memberikan rasa kenyang lebih lama dan membuat nafsu makan terkendali. Cara pengolahannya melalui proses pemanggangan oven. Proses pemanggangan mampu membuat produk ini tahan hingga 8-10 bulan ketika disimpan (Soyjoy, 2014).

Standar gizi *food bar* mengacu pada standar gizi pangan darurat menurut Zoumas *et al* (2002). Adapun syarat kandungan gizi *food bar* sebagai pangan darurat diunjukkan pada Tabel 2.1. Formulasi *food bar* yang diperoleh berdasarkan kandungan gizi setiap bahan diharapkan dapat memenuhi standar tersebut.

Tabel Error! No text of specified style in document..1 Syarat kandungan gizi *food bar*

| Zat Gizi | Kebutuhan g/50 g | Kebutuhan g/100 g | Kalori yang disumbangkan (%) |
|-------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|
| Lemak | 9-12 | 19-24 | 35-45 |
| Protein | 7,9-8,9 | 12-18 | 10-15 |
| Karbohidrat | 23-35 | 48-60 | 40-50 |

Sumber: Zoumas *et al.* (2002)

Berdasarkan Tabel 2.1, karbohidrat menyumbangkan kalori paling banyak, yaitu sebesar 40-50% lalu disusul oleh lemak dan protein. Karbohidrat merupakan zat gizi utama yang menjadi bahan bakar penghasil energi. Jika kekurangan karbohidrat dapat menyebabkan kelaparan dan berat badan menurun (Fridawati, 2016). Kandungan energi pada *food bar* sebagai pangan darurat didesain dapat memenuhi 2100 kkal dan dibagi menjadi 9 bar. Setiap bar akan mengandung sekitar 233-250 kkal dengan berat total *food bar* berkisar 450 gram (50 gram per sajian). Kadar air pada *food bar* tidak lebih dari 9,5%. Kadar air rendah dibutuhkan untuk menjamin dari degradasi nutrisi. Warna dan rasa yang disarankan adalah warna natural dari bahan baku dan rasa yang manis (Zoumas *et al.*, 2002).

2.2 Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L.) sweet)

Kacang komak termasuk dalam famili *Leguminose*, sub famili *Papiloinidae*. Nama umum yang sering digunakan untuk menyebutkan kacang komak antara lain *Hyacinth bean*, *Bonavist bean* atau *Lablab bean*. Biji kacang komak berbentuk bulat atau pipih, mempunyai hilum berwarna putih, menonjol di

permukaan kulit sepanjang 1/3 dari sisi luar lingkaran biji. Warna kulit biji bervariasi yaitu putih, kuning, coklat, ungu dan hitam. Permasalahan pada pemanfaatan kacang komak adalah kulit biji yang sangat keras sehingga susah dikupas. Kotiledon menjadi hitam pada saat perebusan dan berasa pahit (Gatot dan Utomo, 2002). Berikut pada Gambar 2.1 adalah gambar benih kacang komak kuning.



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Benih kacang komak kuning

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berbagai jenis kacang-kacangan dapat tumbuh dengan baik di Indonesia termasuk kacang komak. Secara agronomi kacang komak dapat tumbuh di lahan kering dan marginal serta tidak banyak membutuhkan input produksi pertanian. Balai Penelitian Kacang dan Umbi (Balitkabi) Kementerian Pertanian RI telah menetapkan kacang komak sebagai salah satu andalan kacang-kacangan di Indonesia (Hartoyo dkk., 2011). Kacang komak sangat toleran terhadap kekeringan dan dapat beradaptasi dengan baik di lahan kering pada ketinggian 0-2100 mdpl. Produktivitas kacang komak dapat mencapai 1,0-1,5 ton/ha (Haliza dkk., 2007). Namun menurut Kania dkk. (2015), pemanfaatan kacang komak umumnya hanya populer sebagai sayuran polong muda, direbus, disangrai atau digoreng. Beberapa penelitian menguraikan, biji kacang komak dapat dibuat menjadi tahu, difermentasi menjadi tempe, diolah menjadi kue brownis, yoghurt komak, atau kecap manis.

Biji kacang komak tidak banyak digunakan dalam ranah industri. Potensi kandungan nutrisi yang dimiliki kacang komak yaitu mengandung 23-29% protein kasar dan 4-11% serat kasar. Susunan asam amino kacang komak mendekati pola protein kedelai, yaitu kurang asam amino yang mengandung belerang (metionin dan sistein), tetapi kaya akan asam amino lisin (Kania dkk., 2015). Biji kacang komak juga mengandung sejumlah zat anti nutrisi yang signifikan seperti

tanin, fitat, dan inhibitor tripsin. Maka perlu adanya proses yang sesuai untuk menghilangkan atau mengurangi zat anti nutrisi tersebut. Perlakuan pemanasan adalah teknik yang sering digunakan. Zat anti nutrisi dapat larut dan diuraikan dengan proses perebusan (Shaahu *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian Alogbaoso *et al.* (2015), aktivitas inhibitor proteinase tersebut benar-benar hilang ketika dimasak hingga 60 menit. Kulit arinya yang keras dan tebal membuatnya membutuhkan waktu pemasakan yang lebih lama dibandingkan kacang-kacangan lainnya. Tabel 2.2 menunjukkan komponen kimia pada biji kacang komak mentah.

Tabel Error! No text of specified style in document..2 Komponen kimia biji kacang komak per 100 g bahan

| Komponen | Jumlah |
|-----------------|---------------|
| Air (g) | 7,14 ± 0,03 |
| Protein (g) | 24,63 ± 0,23 |
| Lemak (g) | 0,90 ± 0,03 |
| Karbohidrat (g) | 65,85 ± 0,36 |
| Serat kasar (g) | 4,63 ± 0,02 |
| Abu (g) | 3,99 ± 0,09 |
| Energi (kkal) | 369,89 ± 0,26 |

Sumber: Mosisa dan Tura (2017)

Berdasarkan penelitian Hartoyo dkk. (2011), protein kacang komak berpotensi menjadi bahan hipoglikemik dan berpotensi mencegah terjadinya komplikasi pada penderita diabetes. Protein kacang komak juga memiliki daya cerna lebih rendah jika dibandingkan dengan kasein. Komponen globulin 7S merupakan komponen terbesar (66%) dari protein kacang komak. Fraksi 7S dalam pembuatan tahu akan menghasilkan gel yang lebih lembut (Haliza dkk., 2007). Selain itu, indeks glikemik yang rendah juga sangat baik untuk penderita diabetes dan dapat menciptakan kenyang yang lebih lama.

Kadar amilosa kacang komak relatif tinggi yaitu sebesar 30% dan kandungan pati resisten sebesar 7,97% yang berkontribusi pada rendahnya nilai IG (43,5) (Nafi dkk., 2013). Beberapa kandungan mineral pada kacang komak merupakan golongan mineral penting seperti kalsium, fosfor, besi dan seng. Serangkaian proses pemasakan yang diberlakukan pada kacang komak dapat mengurangi kandungan mineral. Mineral yang hanya dapat dipertahankan adalah besi. Penurunan tersebut dapat terjadi karena adanya proses *leaching* mineral selama proses di dalam air selama pemasakan (Mosisa dan Tura, 2017).

2.3 Kacang Kedelai Hitam (*Glycine soja* (L.))

Kacang kedelai hitam termasuk dalam keluarga *Leguminosa* (Kurniasih, 2013). Secara umum, jenis kacang kedelai yang lebih banyak digunakan dalam produk pangan adalah kacang kedelai kuning. Kacang kedelai kuning sering dimanfaatkan menjadi tahu, tempe, kecap dan sari kedelai. Pemanfaatan kacang kedelai hitam (*Glycine soja* (L)) tidak sepopuler kacang kedelai kuning dikarenakan warnanya yang kurang menarik (Pertiwi dkk., 2013). Peruntukan utama kacang kedelai hitam terbesar adalah untuk bahan baku kecap. Pada sejumlah negara seperti Jepang, Cina, Taiwan dan Korea, kacang kedelai hitam tidak hanya sebagai bahan baku kecap, tetapi juga digunakan sebagai bahan baku berbagai olahan pangan bernutrisi tinggi seperti es krim, burger, dan salad (Suryo, 2010). Gambar 2.2 menunjukkan gambar benih kacang kedelai hitam.



Gambar Error! No text of specified style in document..2 Kacang kedelai hitam mentah

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Varietas unggul seperti varietas kacang kedelai hitam Detam-1 dan Detam-2 dilepas oleh Balitkabi pada tahun 2008. Kedua jenis kacang tersebut merupakan hasil persilangan antara kedelai introduksi dengan varietas Wilis dan Kawi. Keunggulan Detam-1 adalah berdaya hasil 2,51 t/ha, berukuran biji besar (14,4 g/100 biji), dan merupakan kedelai hitam pertama yang berukuran biji besar (Muchlish dkk., 2014). Kadar protein pada Detam 1 sebesar 42,07% berat kering dengan umur masak 82 hari (Adie dan Krisnawati, 2012).

Protein kedelai tersusun dari asam-asam amino esensial yang lengkap dan baik mutunya kecuali asam amino bersulfur yang merupakan faktor pembatas pada kedelai (Pertiwi dkk., 2013). Baru-baru ini telah dikembangkan kedelai yang memiliki kadar isoflavon tinggi. Isoflavon merupakan subkelas dari flavonoid, yakni kelompok besar antioksidan polifenol. Kandungannya lebih tinggi pada

golongan *Leguminaceae* terutama kedelai. Senyawa ini tidak dapat disintesis oleh mikroorganisme (Suryo, 2010). Karbohidrat yang terkandung di dalam kedelai hitam berbentuk oligosakarida yaitu rafinosa (37,2 mg/mL) dan stakiosa (8,7 mg/mL). Komponen gula ini tidak dapat dicerna sehingga dapat berperan sebagai prebiotik (Kurniasih, 2013). Asam lemak tidak jenuh ganda yang terdapat dalam kedelai, yaitu asam linoleat dan linolenat (Septiani dkk., 2004). Tabel 2.3 menunjukkan komponen kimia kacang kedelai hitam.

Tabel Error! No text of specified style in document..3 Komponen kimia kacang kedelai hitam per 100 g bahan

| Komponen | Jumlah |
|-----------------|--------------------|
| Kadar air (g) | 10,84 ^a |
| Kadar abu (g) | 5,81 ^a |
| Protein (g) | 36,50 ^a |
| Lemak (g) | 14,59 ^a |
| Karbohidrat (g) | 43,11 ^a |
| Serat kasar (g) | 5,57 ^b |

Sumber: a. Putri dkk. (2016)

b. Pertiwi dkk. (2013)

Kacang kedelai hitam merupakan jenis kedelai dengan kulit ari berwarna hitam yang mengandung antosianin. Antosianin merupakan golongan senyawa fenolik yang berfungsi sebagai senyawa antioksidan bagi tubuh (Pertiwi dkk., 2013). Kedelai hitam memiliki nutrisi yang tinggi dan berpotensi menjadi bahan baku industri (Adie dan Krisnawati, 2012). Total antosianin kedelai hitam sebesar 365,8 µg/g, sementara tidak terdeteksi adanya antosianin pada kedelai kuning. Hal ini berpengaruh pada aktivitas antioksidan kedelai hitam yaitu 15 kali lebih tinggi dibanding kedelai kuning (Zakaria dkk., 2016).

Kacang kedelai hitam juga memiliki senyawa anti gizi dan senyawa penyebab bau langu. Senyawa anti gizi yang mempengaruhi mutu produk olahan kedelai yaitu tanin, antitripsin, hemagglutinin, asam fitat, dan oligosakarida penyebab flatulesi (kembung), sedangkan senyawa penyebab bau langu yaitu glukosida, saponin, estrogen, dan senyawa penyebab alergi. Senyawa-senyawa ini pada proses pengolahan harus dihilangkan atau dinonaktifkan (Sigit dkk., 2010). Kandungan tanin pada kacang kedelai hitam 4 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan kedelai kuning. Pada kedelai kuning, kandungan tanin berkisar antara 0,63-0,70 mg/g sedangkan pada kedelai hitam berkisar 4,10-4,27 mg/g. Tanin dapat mengikat protein membentuk ikatan kompleks protein tanin

sehingga protein tersebut sulit dicerna oleh enzim protease. Menurut penelitian Wardani dan Wardani (2014), waktu perendaman, waktu blansir, dan penambahan NaHCO_3 memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar tanin dan kadar protein kedelai hitam. Perlakuan perendaman NaHCO_3 0,25%, 30 menit dan blansir 30 menit dihasilkan kadar tanin terendah dan kandungan protein yang telah memenuhi SNI (min. 2%).

2.4 Bahan Tambahan *Food Bar*

Bahan tambahan yang berfungsi sebagai pengikat terdiri dari margarin, gula merah, madu, dan vanili. Selain itu, terdapat pula bahan tambahan yang berfungsi sebagai pengokoh campuran *food bar* yaitu coklat susu batang.

2.4.1 Margarin

Margarin merupakan salah satu produk olahan yang berbentuk plastis dengan bahan baku lemak nabati seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit, atau minyak kedelai (Lestari, 2010). Margarin dapat berperan sebagai penyumbang lemak dan agen pembasah pada larutan pengikat. Golongan lemak dan minyak dapat menjadi sumber energi yang efektif. Satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal. Tabel 2.4 menunjukkan kandungan gizi margarin.

Tabel Error! No text of specified style in document..4 Komponen kimia margarin per 100 g

| Komponen | Jumlah |
|--------------------------------------|--------|
| Air (g) | 29,52 |
| Energi (kkal) | 606,00 |
| Protein (g) | 0,07 |
| Total lemak (a) | 68,29 |
| Karbohidrat (<i>by difference</i>) | 0,59 |

Sumber: USDA *Nutrient Database* (2016)

Komponen terbesar dalam kandungan gizi margarin adalah lemak. Kandungan lemak tersebut dapat berfungsi untuk melarutkan vitamin A, D, E, dan K serta memperbaiki tekstur dan cita rasa yang cenderung gurih (Winarno, 2008). Kandungan lemak pada margarin adalah sebesar 81% (Almatsier, 2009).

2.4.2 Madu

Madu merupakan substansi alam yang diproduksi oleh lebah madu yang berasal dari nektar bunga atau sekret tanaman. Berdasarkan asal pembuatannya, madu terbagi atas madu alami dan madu kemasan. Madu alami memiliki kandungan gula yang tinggi sehingga mengakibatkan viskositas madu alami menjadi kental dibandingkan madu kemasan. Pada proses pembuatan madu kemasan terdapat tahap pemberian air dan campuran lainnya agar volumenya menjadi lebih banyak. Namun, madu kemasan tidak mengandung enzim, vitamin dan mineral seperti yang terdapat pada madu alami (Wineri dkk., 2014). Tabel 2.5 menunjukkan kandungan gizi madu.

Tabel Error! No text of specified style in document..5 Komponen kimia madu per 100 g bahan

| Komponen | Jumlah |
|--------------------------------------|--------|
| Energi (kkal) | 533,00 |
| Protein | 0,00 |
| Total lemak | 23,33 |
| Karbohidrat (<i>by difference</i>) | 70,00 |
| Serat total | 3,30 |

Sumber: USDA (2017)

Madu juga mengandung protein (0,26%), nitrogen (0,04%), dan asam-asam amino (0,05-0,10%). Karbohidrat dalam bentuk gula merupakan komponen utama madu dan jumlahnya sekitar 80%. Levulosa (Fruktosa) dan desktrosa (glukosa) mencakup 85-90% dari gula yang terdapat dalam madu, selebihnya adalah disakarida, polisakarida dan oligasakarida (Unimus, 2013).

2.4.3 Gula Merah

Gula merah merupakan sukrosa yang diperoleh dari nira tebu dengan proses penguapan. Keunggulan yang dimiliki gula merah adalah adanya galaktomanan, tersedianya energi spontan yaitu energi yang dapat dimanfaatkan langsung oleh tubuh, antioksidan, dan mengandung senyawa non gizi yang bermanfaat bagi penderita diabetes (Maharani dkk., 2014). Gula merah juga

merupakan salah makanan yang memiliki total kalori yang cukup besar. Tabel 2.6 menunjukkan kandungan gizi gula merah.

Tabel Error! No text of specified style in document..6 Komponen kimia gula merah per 100 g bahan

| Komponen | Jumlah |
|--|--------|
| Energi (kkal) | 375 |
| Protein (%) | 0,00 |
| Total lemak (%) | 0,00 |
| Karbohidrat (<i>by difference</i>) (%) | 100,00 |

Sumber: USDA (2017)

Penelitian dari Maharani dkk. (2014) memaparkan parameter kimia dan fisik dari gula merah memiliki nilai Brix 72 -87%, kadar air 8,97%, gula reduksi 7,96%, kadar abu 0,83%, dan total padatan tak larut 0,60%. Jika dibandingkan dengan SNI, standar nilai brix minimal 65%, kadar air maksimal 10%, kadar abu maksimal 2%, gula reduksi gula merah Mutu I maksimal 11%, dan *Total Dissolve Solid* gula merah tebu mutu I maksimal 1% telah sesuai.

2.4.4 Cokelat Susu Batang

Cokelat didefinisikan sebagai produk homogen yang dihasilkan melalui proses pencampuran produk kakao dengan atau tanpa penambahan susu, gula dan atau bahan pemanis lainnya, dan atau bahan tambahan pangan (Maryanti, 2013). Cokelat bersifat padat di suhu ruang, rapuh saat dipatahkan dan meleleh sempurna pada suhu tubuh (Indarti dkk., 2013). Prosedur pembuatan cokelat batang dengan kategori jenis cokelat susu terdapat proses *tempering* yang dilakukan bertujuan untuk memperbaiki mutu cokelat dengan melibatkan serangkaian tahapan pemanasan, pendinginan, dan pengadukan dengan kecepatan rendah. Cokelat susu tergolong makanan yang memiliki kandungan gizi makro yang cukup lengkap. Tabel 2.7 menunjukkan kandungan gizi cokelat susu.

Tabel Error! No text of specified style in document..7 Komponen kimia cokelat susu per 100 g bahan

| Komponen | Jumlah |
|---------------|--------|
| Energi (kkal) | 524,00 |
| Protein (%) | 7,14 |

| | |
|--|-------|
| Total lemak (%) | 30,95 |
| Karbohidrat (<i>by difference</i>) (%) | 59,52 |
| Serat (%) | 2,4 |

Sumber: USDA (2017)

2.4.5 Vanili

Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) merupakan salah satu tanaman rempah yang mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi karena kandungan flavor vanili yang dihasilkan. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil vanili (Sofyaningsih dkk., 2011). Ekstrak pekat vanili dapat digunakan sebagai sumber flavor pada pembuatan produk-produk pangan seperti es krim, pudding, cake, custards, krim, dan sirup.

2.5 Linear Programming

Linear programming merupakan bagian dari riset operasional. Riset operasional adalah proses pencarian cara untuk menentukan tindakan yang terbaik atau optimal dari suatu pengambilan keputusan dalam situasi sumber-sumber daya yang terbatas. Model *linear programming* mempunyai tiga unsur utama, yaitu (Ibnas, 2014):

1. Variabel Keputusan. Variabel persoalan yang akan mempengaruhi nilai tujuan yang hendak dicapai. Didalam proses pemodelan, penemuan variabel keputusan tersebut harus dilakukan terlebih dahulu sebelum merumuskan fungsi tujuan dan kendala-kendalanya.
2. Fungsi Tujuan. Pada model pemrograman linear, tujuan yang hendak dicapai harus diwujudkan kedalam sebuah fungsi matematika linear. Selanjutnya, fungsi ini dimaksimumkan atau diminumkan terhadap kendala-kendala yang ada. Beberapa contoh tujuan yang hendak dicapai didalam pabrik manajemen adalah Pemaksimuman laba perusahaan, meminimuman biaya distribusi, dan lain sebagainya.
3. Fungsi kendala. Manajemen menghadapi berbagai kendala untuk mewujudkan tujuan-tujuannya.

Ketiga unsur tersebut merupakan dasar dalam pembuatan perumusan formulasi model matematis pada pemrograman linear sebelum dimasukkan kedalam aplikasi penyelesaian.

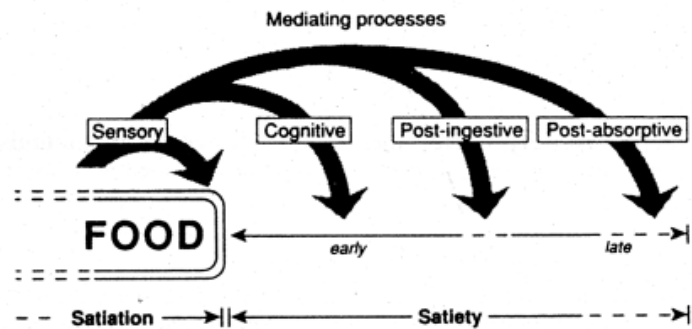
Penerapan *linear programming* dapat dilihat pada penelitian Adeniyi (2012) tentang pemanfaatan bahan makanan yang tersedia secara lokal sebagai pengganti makanan bayi konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi potensi terjadinya malnutrisi dan kenaikan jumlah penderita kwashiorkor yang dapat menyebabkan kematian bayi di kalangan ibu menyusui di pedesaan Nigeria. Hal tersebut didasarkan pada perhitungan nutrisi yang mudah dicerna. Enam makanan biji-bijian yang memenuhi syarat yaitu biji kacang tunggak, biji kacang tanah, kacang kedelai, jagung kuning, jagung guinea dan jagung putih. Tiga yang pertama adalah sumber protein utama dan sisanya adalah sumber karbohidrat. Berat makanan bayi yang dipilih adalah 450 gram berdasarkan pasaran berat makanan bayi komersial. Makanan bayi komersial ini mengandung 124,65 gram lemak, 252,90 gram karbohidrat, dan 56,52 gram protein. Solusi menggunakan metode *linear programming* diselesaikan menggunakan aplikasi *microsolve LP software*. Maka didapatkan komposisi nutrisi dari campuran bahan lokal 96,21 gram lemak, 253,00 gram karbohidrat, 56,42 gram protein sebagai pengganti makanan bayi yang memenuhi standar komersial dengan menggunakan minimasi biaya menggunakan metode *linear programming*.

2.6 Kenyang (*Satiation and Satiety*)

Satiation didefinisikan sebagai kenyang saat makan (*within meal satiety*). *Satiation* mengarah pada proses yang terjadi selama makan berlangsung dan saat akan berhenti makan sedangkan *satiety* didefinisikan sebagai kenyang yang terjadi saat setelah makan hingga waktu makan selanjutnya. *Satiety* digambarkan sebagai penghambat sensasi lapar yang disebabkan oleh konsumsi makanan. Lapar dan kenyang dikonseptualisasikan dalam tiga tingkatan, yaitu: 1) kejadian psikologis (persepsi kelaparan, idam, sensasi hedonik) dan operasi perilaku (makanan, makanan ringan, energi dan konsumsi nutrisi makro) 2) fisiologi perifer dan kejadian metabolis, dan 3) *neurotransmitter* dan interaksi metabolik di otak (Karalus, 2011).

Setiap makanan memiliki daya kenyang yang berbeda. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh komposisi nutrisi setiap makanan. *Satiation* biasanya dinilai oleh volume atau berat makanan yang dimakan, energi makanan tersebut, dan komposisi makronutrien. Di sisi lain, *satiety* dapat dinilai dari intensitas (jumlah yang dikonsumsi pada waktu makan selanjutnya) dan durasi penghambatan rasa lapar. Secara keseluruhan, proses yang terlibat dalam

satiation dan *satiety* tersebut diilustrasikan dalam *satiety cascade*. *Satiety cascade* tersebut menunjukkan perbedaan antara *satiation* dan *satiety* serta menggambarkan proses mediasi utama yang berkontribusi pada kenyang (Livingstone *et al.*, 2000). Berikut Gambar 2.3 menunjukkan ilustrasi *satiety cascade*.



Gambar Error! No text of specified style in document..3 *Satiety Cascade*
Sumber: Livingstone *et al.* (2000)

Satiety cascade juga menyatakan bahwa sebelum makanan tiba di usus, kognitif dan sinyal sensorik yang dihasilkan dari penglihatan, bau makanan, dan pengalaman oro-sensori akan mempengaruhi tidak hanya seberapa banyak makanan tersebut akan dimakan (*satiation*) tapi juga periode setelahnya. Sinyal ini akan berintegrasi dengan sinyal *post-ingestive* dan *post-absorptive* yang akan menentukan tingkat kenyang (Chambers *et al.*, 2015).

Beberapa faktor yang mempengaruhi status lapar dan kenyang individu adalah berat badan, umur, jenis kelamin, kebiasaan makan, aktivitas fisik, pengendalian makan, dan pengetahuan tentang makanan yang dimakan (Benelam, 2009). Palatabilitas yang tinggi juga dapat memicu keinginan makan berlebih pada beberapa orang individu dalam keadaan tertentu. Keinginan untuk makan ini merupakan dorongan fisiologis yang kuat untuk mengganti defisit energi dan memastikan asupan energi memenuhi persyaratan (Bellisle *et al.*, 2012). Beberapa tanda secara fisik dan mental akan dirasakan saat lapar dan kenyang datang. Berikut Tabel 2.8 dan Tabel 2.9 menunjukkan sensasi dari kedua perasaan tersebut.

Tabel Error! No text of specified style in document..8 Sensasi lapar

| Lapar | Fisik | Mental |
|-----------------------|---|---|
| Sensasi lapar khas | Perasaan kosong (<i>empty/hollow feeling</i>) | Kurang konsentrasi |
| | Perut terasa ringan | Jenuh |
| | Geraman suara perut | Keinginan makan |
| | Pergerakan perut (<i>stomach movement</i>) | Kebutuhan untuk mengisi (<i>feeling the need to refuel</i>) |
| | Nyeri pada perut (<i>stomach pain</i>) | Pikiran tertuju pada makanan |
| Sensasi lapar ekstrim | Energi terkuras/hilang | Keinginan mengunyah sesuatu |
| | Sakit kepala | |
| | Kegoyahan (<i>shakiness</i>) | |
| | Lemah otot | |
| | Kelelahan (<i>fatigue</i>) | |

Sumber: Karalus (2011)

Tabel Error! No text of specified style in document..9 Sensasi kenyang

| Kenyang | Fisik | Mental |
|-------------------------|---|--|
| Sensasi kenyang khas | Nyeri pada perut berkurang | Kepuasan |
| | Sensasi lapar berkurang | Terisi (<i>Content</i>) |
| | Nafsu makan terhenti (<i>Cessation of appetite</i>) | Nyaman |
| | Tidak lapar | Kebahagiaan |
| | Perasaan sesuatu yang padat di perut (<i>feeling of something dense in stomach</i>) | Kembali berenergi |
| | Peregangan di perut | Keinginan makan berkurang |
| Sensasi kenyang ekstrim | Tidak nyaman | Muak pada makanan (<i>sick of food</i>) |
| | Kehilangan mobilitas | Kerakusan (<i>gluttony</i>) |
| | Perasaan berat (<i>heavy feeling</i>) | Menyesal |
| | Mual | Perasaan jijik pada diri sendiri (<i>feeling of disgust with self</i>) |
| | Buncit (<i>Bloated</i>) | Perasaan mampu untuk melewati makan berikutnya |
| | Sulit bernafas | |

Sumber: Karalus (2011)

Sensasi lapar dapat dikenali jika muncul ciri-ciri fisik dan mental yang tertera pada Tabel 2.8. Rasa keinginan makan adalah salah satu ciri khas yang timbul saat lapar. Pada Tabel 2.9, dipaparkan terkait ciri-ciri fisik dan mental yang timbul ketika kenyang. Kepuasan adalah salah satu ciri yang muncul ketika kenyang sudah terpenuhi. Makanan yang menghasilkan sensasi kenyang yang

kuat memiliki manfaat yang jelas untuk manajemen berat badan. Makanan dengan energi yang sama akan memiliki efek kenyang yang berbeda jika komposisi gizi makronya berbeda. Daya kenyang makanan bergantung pada jumlah protein, karbohidrat, lemak dan serat yang dikandungnya (Chambers *et al.*, 2015). Kandungan keseluruhan karbohidrat, serat makanan, protein dan lemak mempengaruhi potensi kenyang suatu produk makanan. Serat makanan dan protein dinilai mampu mewakili dua makronutrien paling ampuh untuk mendorong respon kenyang (Jakobsen, 2015). Hirarki efek kenyang menurut Plantenga *et al.* (2006) yaitu protein, karbohidrat kemudian lemak. Protein dapat mempengaruhi hormon nafsu makan (GLP-1, PYY, ghrelin) lebih besar dari karbohidrat (Jakobsen, 2015). Konsumsi produk tinggi protein dapat menyebabkan defisit energi sehingga harus memiliki nutrisi yang menghasilkan energi lainnya yaitu karbohidrat dan lemak, sehingga untuk mengoptimalkan produk dengan daya kenyang yang tinggi perlu memperhatikan pula rasio karbohidrat dan lemak (Plantenga *et al.*, 2006).

2.7 Metode Penilaian *Visual Analogue Scale* (VAS)

Visual Analogue Scale (VAS) adalah instrumen pengukuran yang mencoba mengukur karakteristik atau sikap yang diyakini berkisar pada rangkaian nilai dan tidak dapat mudah secara langsung diukur (Gould, 2001). VAS dapat digunakan untuk mencatat kelaparan (*hunger*), kenyang (*satiety*), penuh (*fullness*), *prospective food consumption*, keinginan untuk makan sesuatu yang berlemak, asin, manis, atau gurih serta untuk menilai palatabilitas makanan. VAS terdiri dari garis (panjang kata bervariasi) dengan kata-kata yang di setiap ujungnya menggambarkan yang ekstrim. Subjek diminta untuk membuat tanda di seberang garis yang sesuai dengan perasaan mereka. Kuantifikasi pengukuran dilakukan dengan mengukur jarak dari ujung kiri garis sampai tanda (Flint *et al.*, 2000).

VAS memiliki panjang skala 100 mm sampai 150 mm. Setiap ujungnya terdapat kata-kata yang menunjukkan penilaian paling positif dan paling negatif. Pada penelitian Flint *et al.* (2000), jumlah subjek penelitian sebanyak 55 orang. Penilaian yang dilakukan adalah kelaparan (*hunger*), kenyang (*satiety*), penuh (*fullness*), *prospective food consumption*, keinginan untuk makan sesuatu yang berlemak, asin, manis, atau gurih serta untuk menilai palatabilitas makanan. Kuesioner dibuat seperti buklet kecil yang menunjukkan satu pertanyaan

sekaligus. Kemudian data diolah secara statistik menggunakan *epsilon-corrected split-plot analysis* dengan waktu sebagai faktor.

Pada penelitian Brum *et al.* (2016), terdapat 2 kali studi. Pada studi pertama terdapat 28 subjek sedangkan pada studi kedua terdapat 40 subjek. Subjek tidak disarankan untuk makan selama 4 jam. VAS digunakan untuk menilai kelaparan individual dan sensasi keinginan untuk makan dengan garis horizontal sepanjang 100 mm dengan perbedaan skala kenyang 5 mm. Skala kelaparan pada ujung kiri dituliskan “*Not at all hungry*” (*score* = 0) dan pada ujung kanan dituliskan “*As hungry as I have ever felt*” (*score* = 100). Subjek akan memberi tanda pada skala yang sesuai dengan sensasi kelaparan mereka. Begitu juga dengan kuesioner pada skala sensasi keinginan untuk makan. Data yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan *general linear mixed model*. Tingkat signifikansi yang ditetapkan sebesar 5%. Gambar 2.4 menunjukkan contoh VAS yang digunakan pada kuesioner penilaian tingkat kekenyangan.

Scale 1: A bipolar hunger-fullness scale.



Scale 2: A unipolar hunger scale.



Scale 3: A unipolar fullness scale.



Gambar Error! No text of specified style in document..4 Contoh VAS tingkat kenyang
Sumber: Karalus (2011)

III BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan (TPP) dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTB) Malang, sedangkan untuk analisa penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, dan Laboratorium Analisis Sensoris Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus - November 2017.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan baku pembuatan *food bar* yaitu kacang komak yang diperoleh dari pasar tradisional Probolinggo dan kacang kedelai hitam varietas Detam 1 yang diperoleh dari Balai Penelitian Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) di Jl. Raya Kendalpayak No. 66, Pakisaji, Malang, Jawa Timur. Bahan tambahan yang dibutuhkan yaitu margarin (Simas palmia), vanili (Red bell), cokelat susu batang (Colatta), madu (madu TJ), gula merah, kertas kue dan sarung tangan plastik diperoleh dari toko bahan kue Prima. Bahan tambahan yang digunakan untuk perendaman kacang sebelum dibuat grits adalah natrium bikarbonat yang dibeli di CV makmur sejati.

Bahan digunakan untuk analisis meliputi pelarut PE (petroleum eter), tablet kjeldahl, akuades, indikator merah metil (MM), indikator fenoltalein (PP), larutan NaOH 30%, larutan HCl 0,1 N, larutan NaOH 0,313 N, larutan K_2SO_4 10%, etanol 96%, larutan H_2SO_4 0,225 N, kertas saring, kapas, benang wol, kertas lakmus biru dan merah diperoleh dari Toko Kimia Krida Tama. H_2SO_4 pekat dan H_3BO_3 3% diperoleh dari Laboratorium kimia dan biokimia Universitas Brawijaya.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada proses pembuatan *grits* kacang adalah timbangan digital (Weston), *disc mill*, pengering kabinet, loyang, toples, termometer, saringan, panci perebus, ayakan 10 mesh dan baskom. Pada proses pembuatan *food bar* alat yang digunakan adalah timbangan digital

(Weston), sendok, mangkuk plastik, loyang, kuas, kuai, panci, pisau, oven listrik (Cosmos), kompor, talenan dan pendingin.

Alat yang digunakan dalam analisa antara lain cawan alumunium, oven (Memmert), penjepit cawan, desikator, timbangan analitik (Denver instrument), cawan porselen, hot plate, tanur pengabuan (Thermolyne), labu lemak, ekstraktor soxhlet (Gerhardt), gelas ukur, gelas arloji, pipet tetes, pipet ukur 10 ml, distilator (Buchi), erlenmeyer 125 ml, spatula, beaker glass 250 ml, batang pengaduk, labu kjeldahl (Buchi), ruang asam, pendingin balik, corong, corong buchner, corong, buret 50 ml, statip, alat destruksi protein (Buchi), bulb, cawan petri dan pompa vakum (rocker).

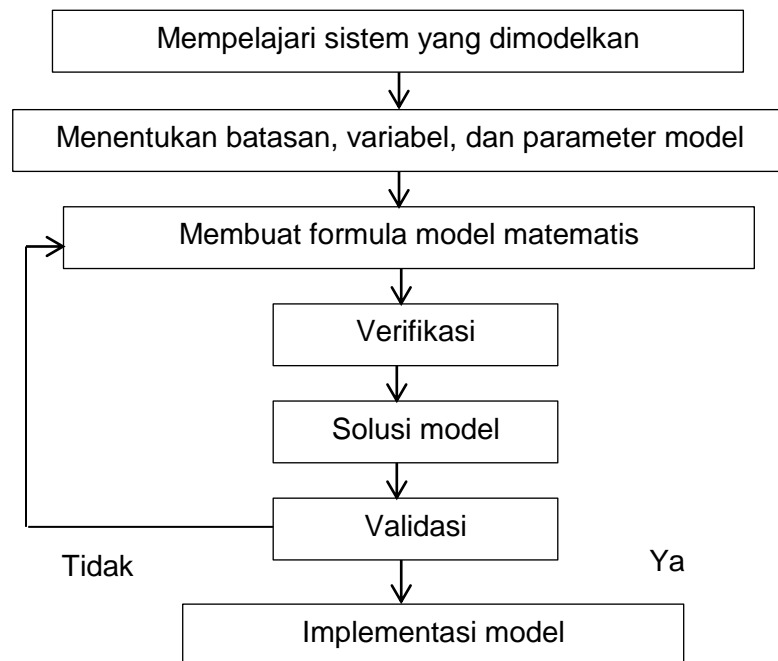
3.3 Metode Penelitian

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan perlakuan awal pada kacang komak dan kacang kedelai hitam sebelum dibuat *grits*. Kacang yang telah diberi perlakuan awal selanjutnya ditentukan metode pembuatan *grits*. Langkah selanjutnya adalah menentukan bahan dan prosedur pembuatan *food bar* serta menentukan batas jumlah bahan yang digunakan (minimal dan maksimal). Basis formula *food bar* yang digunakan terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel Error! No text of specified style in document..1 Basis formula *food bar*

| Bahan | Jumlah (g) | Persentase (%) |
|----------------------------|------------|----------------|
| Grits kacang kedelai hitam | 25 | 20 |
| Grits kacang komak | 25 | 20 |
| Margarin | 14 | 11 |
| Madu | 14 | 11 |
| Gula merah | 14 | 11 |
| Cokelat susu batang | 31 | 25 |
| Vanili | 2,5 | 2 |
| Jumlah | 125,5 | 100 |

Pada penelitian utama diawali dengan pengujian bahan baku yang digunakan untuk mengetahui kandungan gizinya. Bahan baku dan bahan tambahan yang telah diketahui kandungan gizinya kemudian diformulasikan menggunakan *linear programming*. Formula *food bar* yang dihasilkan kemudian diimplementasikan menjadi produk dan dianalisa kandungan gizi serta tingkat kenyangannya. Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam pencarian formulasi pada Gambar 3.1.



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Pemecahan masalah optimasi
 Sumber: Dimiyati dkk. (1992)

3.3.1 Mempelajari Sistem

Sistem yang akan dimodelkan adalah sistem dalam pembuatan *food bar grits* kacang komak dan *grits* kacang kedelai hitam. Pengamatan terhadap sistem menunjukkan kondisi:

- Bahan yang digunakan dalam pembuatan *food bar* adalah *grits* kacang komak, *grits* kacang kedelai hitam, margarin, madu, gula merah, coklat susu batang, dan vanili
- Syarat kecukupan nutrisi mengikuti aturan jumlah kalori pada *food bar* sebagai produk pangan darurat
- Proses pembuatan *food bar* meliputi tahap pembuatan *grits*, penimbangan bahan, penyangraian *grits*, pencampuran bahan, pencetakan, pengovenan, pendinginan, dan pengemasan
- Produk yang dihasilkan diharapkan memiliki nilai kalori yang dapat memenuhi kebutuhan kalori minimum yaitu 2100 kkal

Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan formulasi produk *food bar* yang sesuai dengan standar kalori dan nutrisi dari persentase karbohidrat, protein dan lemak untuk pangan darurat.

3.3.2 Menentukan Batasan, Variabel, dan Parameter Model

- Penentuan batasan yang digunakan dalam penyusunan model berdasarkan kebutuhan nutrisi dan kalori pangan darurat, sedangkan penentuan batasan bahan berdasarkan penelitian pendahuluan
- Parameter yang digunakan dalam penyusunan model adalah kandungan energi, kadar karbohidrat, kadar protein dan kadar lemak masing-masing bahan
- Variabel yang terdapat dalam model adalah bahan yang digunakan, yaitu *grits* kacang komak, *grits* kacang kedelai hitam, margarin, madu, gula merah, cokelat susu batang, dan vanili

3.3.3 Membuat Formula Model Matematis

Penyusunan formula model matematis diperlukan tiga unsur utama, yaitu variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi batasan/kendala.

1. Variabel keputusan

Terdiri dari enam variabel yang dibutuhkan untuk membuat formula *food bar*, yaitu:

X_1 = *grits* kacang kedelai hitam

X_2 = *grits* kacang komak

X_3 = margarin

X_4 = madu

X_5 = gula merah

X_6 = cokelat susu batang

2. Fungsi tujuan

Fungsi tujuan bersifat maksimal yaitu memaksimalkan kandungan kalori bahan baku sesuai dengan standar pemenuhan kalori *food bar*

3. Fungsi batasan/kendala

Fungsi batasan atau kendala berdasarkan penelitian pendahuluan yaitu:

- Produk harus memenuhi syarat kalori dan nutrisi pangan darurat meliputi kadar karbohidrat, protein, dan lemak
- Proporsi bahan pengikat (margarin, madu, dan gula merah) yang ditambahkan sebesar 33%
- Proporsi cokelat susu batang yang ditambahkan sebesar 25%

3.3.4 Verifikasi

Verifikasi bertujuan untuk melihat logika model yang menggambarkan keadaan sebenarnya dalam pembuatan *food bar* yang mengikuti syarat produk pangan darurat. Syarat *food bar* sebagai pangan darurat mengacu pada aturan Zoumas *et al.* (2002).

3.3.5 Solusi Model

Model matematis akan diolah dengan perangkat lunak POM-QM untuk windows versi 3.0. Model matematis dari permasalahan *linear programming* dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Maksimasi: } Z_{\text{maks}} = K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{mg}X_3 + K_{md}X_4 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6$$

Keterangan:

K_{kh} = hasil analisis kalori *grits* kacang kedelai hitam dalam 100 g

K_k = hasil analisis kalori *grits* kacang komak dalam 100 g

K_{mg} = hasil analisis kalori margarin dalam 100 g

K_{md} = hasil analisis kalori madu dalam 100 g

K_{gm} = hasil analisis kalori gula merah dalam 100 g

K_{cm} = hasil analisis kalori cokelat susu batang dalam 100 g

Dengan kendala:

1. Kadar karbohidrat

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{md}X_4 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \geq 0,48$$

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{md}X_4 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \leq 0,60$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan *food bar*, kadar karbohidrat pada produk akhir harus berkisar antara 48-60 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan *food bar* (Zoumas *et al.*, 2002).

2. Kadar protein

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \geq 0,12$$

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \leq 0,18$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan *food bar*, kadar protein pada produk akhir harus berkisar antara 12-18 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan *food bar* (Zoumas *et al.*, 2002).

3. Kadar lemak

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{mg}X_3 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \geq 0,19$$

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{mg}X_3 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \leq 0,24$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan *food bar*, kadar lemak pada produk akhir harus berkisar antara 19-24 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan *food bar* (Zoumas *et al.*, 2002).

4. Proporsi bahan pengikat

$$X_3 + X_4 + X_5 = 0,33$$

Penambahan margarin, madu, dan gula merah sebagai pengikat dalam adonan *food bar* didasarkan pada penelitian pendahuluan. Jika penambahan terlalu sedikit maka pengikat tidak bisa mengikat *grits*, sehingga didapatkan *food bar* yang tidak kompak (*firm*). Jika penambahan margarin berlebihan maka sirup pengikat akan menjadi basah dan berminyak, sehingga sulit juga untuk mengikat *grits*. Jika penambahan madu dan gula merah berlebihan maka akan dihasilkan rasa yang terlalu manis dan tekstur yang sangat liat.

5. Proporsi cokelat susu batang

$$X_6 = 0,25$$

Penambahan cokelat susu batang sebanyak 25% pada pengikat didasarkan pada penelitian pendahuluan. Jika penambahan kurang dari 25% maka tidak dapat mengokohkan bentuk *food bar*. Jika penambahan lebih dari 25% maka akan dihasilkan rasa yang terlalu manis dan cokelat susu batang akan lebih mendominasi rasa *food bar*.

6. Batasan bahan baku

$$X_1 + X_2 = 0,42$$

Penambahan bahan baku berupa *grits* kacang komak dan *grits* kacang kedelai hitam memiliki total proporsi sebesar 42%. Berdasarkan basis formula, total proporsi bahan baku sebesar 40%. Penambahan 2% merupakan alokasi proporsi vanili untuk proporsi bahan baku, karena vanili tidak menghasilkan kalori. Total proporsi tersebut didapatkan dari hasil penelitian pendahuluan, dimana dalam jumlah tersebut bahan baku dapat terikat dengan baik oleh bahan pengikat (*binder*). Perbandingan bahan baku untuk setiap formula dipecahkan oleh aplikasi POM-QM untuk *windows* versi 3.0.

7. Jumlah total campuran sebesar 100 %

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 1$$

3.3.6 Validasi

Proses validasi menggunakan data empirik yang diperoleh dari konstanta dan parameter dari sistem. Data-data yang diperlukan dalam model optimasi formula *food bar* adalah data mengenai kandungan nutrisi masing-masing bahan meliputi kalori, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat. Analisis kandungan gizi dilakukan secara triplo. Hasil analisis akan digunakan sebagai parameter dalam pembuatan model formulasi. Proses validasi bertujuan untuk membandingkan kandungan gizi *food bar* dengan standar yang telah ditetapkan.

3.3.7 Implementasi Model

Jumlah masing-masing bahan baku yang telah diperoleh untuk ketiga formula kemudian diolah menjadi produk. Produk tersebut selanjutnya dikaji tingkat kenyangannya menggunakan variabel respon kenyang akhir (*satiation*), lapar (*hunger*), keinginan makan (*desire to eat*) dan kepuasan (*satisfaction*). Selain itu, dilakukan pula pengujian pada karakteristik kimia *food bar* yang meliputi kadar karbohidrat, kadar lemak, kadar protein, serat, dan kalori. Pengujian karakteristik kimia secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Data yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan *Statistical Software Minitab 17* dan *Microsoft Excel*.

3.3.8 Instrumen Uji Tingkat Kenyang

Instrumen utama yang digunakan adalah lembar kuisisioner yang akan diisi oleh panelis untuk menilai persepsi kenyang ketiga formula *food bar*. Lembar instrumen terdiri dari 3 bagian, yaitu:

1. Kuisisioner umum yang berisi nama, umur, jenis kelamin, tinggi badan dan berat badan, pengalaman konsumsi, riwayat alergi dan lain-lain
2. Lembar pernyataan kesediaan panelis mengikuti aturan dan rangkain uji. Selain itu, terdapat pula lembar deskripsi fisik dan mental yang dirasakan ketika sedang lapar dan kenyang (Karalus, 2011).
3. Bagian penilaian menggunakan instrumen penilaian VAS unipolar tidak terstruktur. Pada lembar penilaian terdiri dari tanggal pelaksanaan, instruksi

umum, nama sampel, dan skala penilaian. Pada penelitian Yin *et al.* (2017) terkait pengukuran sensasi nafsu makan (*measuring appetite sensation*), penilaian dilakukan terhadap status lapar (*hunger*), keinginan makan (*desire to eat*), penuh (*fullness*) dan kepuasan (*satisfaction*). Blundell *et al.* (2010), memaparkan beberapa skala yang umum digunakan adalah lapar (*hunger*), keinginan makan (*desire to eat*), penuh (*fullness*), dan kenyang (*satiety*). Pada penelitian Karalus (2011), sensasi kenyang (*satiation*) akan menghasilkan respon kepuasan (*satisfaction*), sedangkan sensasi lapar (*hunger*) akan menghasilkan respon keinginan makan (*desire to eat*). Berikut dijabarkan penjelasan terkait empat istilah yang digunakan:

- Lapar (*hunger*) : dorongan fisiologis untuk menggantikan defisit energi (Bellisle *et al.*, 2012)
- Keinginan makan (*desire to eat*) : dorongan untuk mengonsumsi beberapa makanan yang disajikan pada saat itu (Burger *et al.*, 2011)
- Kenyang (*satiation*) : kenyang saat makan (*with in meal satiety*) yang terjadi selama makan berlangsung dan saat akan berhenti makan (Karus, 2011)
- Kepuasan (*satisfaction*) : Respon yang didapatkan dari makanan yang tidak hanya enak tetapi juga dapat menghentikan lapar untuk jangka waktu yang lama (Vander Wal *et al.*, 2005)

3.3.9 Panelis Uji Tingkat Kenyang

Panelis yang akan berpartisipasi pada uji sensoris ini berjumlah 31 orang. Panelis yang mengikuti uji termasuk ke dalam panelis tidak terlatih. Perekrutan panelis dilakukan secara langsung, baik melalui media elektronik maupun tatap muka. Panelis berasal dari lingkungan Universitas Brawijaya, Malang. Tahap perekrutan meliputi pengisian kuisioner, wawancara, dan pengenalan produk. Panelis akan lolos seleksi jika memenuhi kriteria. Pada rangkaian uji, panelis akan mengikuti tiga kali sesi pengujian dengan disediakan satu sampel uji setiap sesi. Setiap sesi pengujian dilakukan pada hari yang berbeda. Berikut kriteria panelis yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- Bersedia untuk mengikuti rangkaian uji sensoris.
- Panelis tidak dalam paksaan untuk mengonsumsi jenis sampel yang digunakan.
- Panelis tidak memiliki alergi atau intoleransi terhadap sampel.

- Panelis tidak sedang minum obat yang dapat menyebabkan reaksi merugikan.
- Panelis tergolong dalam Indeks Massa Tubuh (IMT) normal.

Panelis diseleksi berdasarkan kesesuaian dengan kriteria yang tertera. Perekrutan panelis uji dilakukan dalam beberapa tahap. Berikut adalah tahapan penyeleksian panelis:

1 Pengisian kuisisioner

Tahap pengisian kuisisioner merupakan tahap awal sebelum pengujian utama. Pertanyaan yang diajukan berupa pertanyaan umum seperti nama, jenis kelamin, pekerjaan, umur, tinggi badan, berat badan, pertanyaan seputar *food bar*, dan kesediaan melakukan pengujian. Lembar kuisisioner secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Berat badan dan tinggi badan digunakan untuk menentukan IMT (Indeks Massa Tubuh) panelis.

2 Pengenalan produk

Tahap kedua merupakan tahap persiapan sebelum pengujian. Pada tahap ini dilakukan pencicipan produk *food bar* dan pengenalan deskripsi sensasi kenyang dan lapar secara umum berdasarkan Tabel 2.8 dan Tabel 2.9.. Penyajian produk untuk pencicipan tidak disediakan dengan porsi penuh. Panelis diharapkan sudah mengenal sensasi kenyang dan lapar sebelum mengikuti pengujian.

3 Pengujian

Pada tahap pengujian tingkat kenyang, produk *food bar* disajikan sebanyak 1 porsi (50 gram) per formula. Terdapat 3 formula *food bar* yang diujikan pada hari yang berbeda.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah tahap pembuatan *grits*. Tahap kedua adalah pembuatan *food bar* dari bahan baku yang telah menjadi *grits*.

3.4.1 Proses Pembuatan *Grits* Kacang Komak

Tahapan proses pembuatan *grits* kacang komak adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama adalah penyortiran kacang komak, pisahkan dari biji yang rusak dan berwarna hitam kecoklatan. Pilih biji yang berwarna kekuningan dengan hilum yang berwarna putih.
2. Kacang komak yang telah disortasi, selanjutnya dicuci dengan air dan ditiriskan.
3. Siapkan air perendam yang ditambah dengan NaHCO_3 sebanyak 0,5%. Kemudian lakukan perendaman selama 6 jam dengan perbandingan 1 : 5 (kacang komak : air).
4. Kacang yang telah direndam kemudian ditiriskan dan direbus selama 20 menit pada suhu 70°C .
5. Kupas kulit kacang komak yang telah direbus. Kacang komak tanpa kulit lalu dicuci dan ditiriskan.
6. Siapkan pengering kabinet, masukkan kacang komak tanpa kulit ke dalam pengering ketika suhu telah mencapai 60°C . Keringkan kacang selama 5 jam.
7. Kacang komak yang telah kering kemudian digiling kasar menggunakan *disc mill*.
8. Lakukan pengayakan dengan ukuran grits sebesar 10 mesh.
9. *Grits* yang ukurannya telah seragam kemudian dianalisa kandungan proksimatnya.

3.4.2 Proses Pembuatan *Grits* Kacang Kedelai Hitam

Tahapan proses pembuatan *grits* kacang kedelai hitam adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama dalam pembuatan *grits* kacang adalah menyortasi kacang kedelai hitam, pisahkan dari biji yang rusak dan bolong.
2. Lakukan pencucian sebelum dilakukan perendaman.
3. Siapkan air perendam yang ditambah dengan NaHCO_3 sebanyak 0,5%. Kemudian lakukan perendaman selama 3 jam dengan perbandingan 1 : 5 (kedelai hitam : air).
4. Siapkan panci perebus untuk proses *water blanching* pada suhu 75°C selama 15 menit.
5. Kacang yang telah diblansir, selanjutnya ditiriskan. Kacang kedelai hitam tidak perlu dikupas.

6. Siapkan pengering kabinet, masukkan kedelai hitam ke dalam pengering ketika suhu telah mencapai 60° C. Keringkan kacang selama 6 jam.
7. Kacang kedelai yang telah kering kemudian digiling kasar menggunakan *disc mill*.
8. Lakukan pengayakan dengan ukuran *grits* sebesar 10 mesh.
9. *Grits* yang telah diayak kemudian dianalisa kandungan proksimatnya.

3.4.3 Proses Pembuatan *Food Bar*

Tahapan proses pembuatan *food bar* adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama dalam pembuatan *food bar* adalah persiapan bahan baku yang terdiri dari *grits* kacang kedelai hitam dan *grits* kacang komak, bahan-bahan pengikat yang terdiri dari margarin, madu, gula merah, dan vanili, serta bahan pengokoh *food bar* yaitu cokelat susu batang.
2. Bahan yang telah disiapkan kemudian ditimbang.
3. Lakukan penyangraian *grits* kacang komak dan kacang kedelai hitam pada suhu 180° C selama 8 menit.
4. Siapkan wajan, untuk mencampur dan memanaskan bahan untuk pengikat (margarin, madu, gula merah, dan vanili). Panaskan bahan pengikat dengan api kecil selama kurang lebih 2 menit, tidak sampai meletup.
5. Lakukan pencampuran kacang dengan bahan pengikat dengan mengaduknya hingga tercampur rata dengan spatula.
6. Pindahkan adonan *food bar* ke dalam loyang yang telah diolesi margarin dan diberi kertas kue lalu padatkan.
7. Siapkan oven, atur suhu 120° C dan waktu 10 menit.
8. Siapkan panci perebus dengan api sedang untuk mencairkan cokelat, caranya adalah dengan memotong kecil sejumlah cokelat kemudian taruh di mangkuk kecil, panaskan mangkuk diatas panci perebus dengan suhu air yang hangat. Diamkan hingga cokelat mencair, kurang lebih 10 menit.
9. *Food bar* yang telah dioven kemudian dikeluarkan dari loyang, oleskan cokelat cair pada bagian atas *food bar*.
10. Dinginkan *food bar* di dalam kulkas selama 10 menit.
11. *Food bar* yang telah dihasilkan lalu dianalisis kandungan proksimat, serat kasar, dan pengujian persepsi kenyang

3.4 Pengamatan dan Analisa Data

3.4.1 Pengamatan

Pada penelitian ini pengamatan dilakukan bahan baku dan produk. Berikut adalah parameter yang diamati, antara lain:

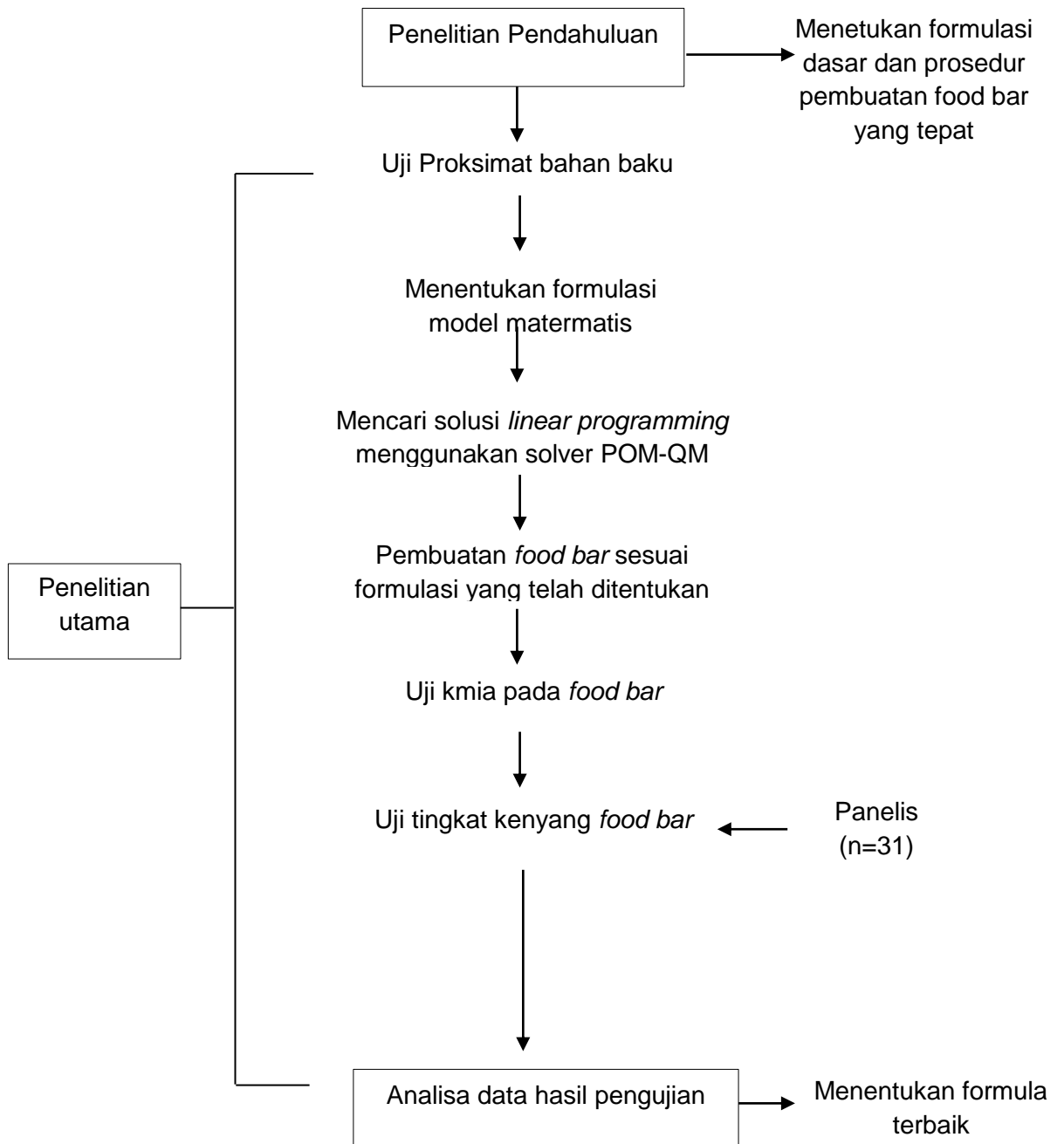
- a. Pengamatan bahan baku meliputi:
 - Kadar air metode oven vakum (AOAC, 2005)
 - Kadar abu (AOAC, 2005)
 - Kadar protein metode kjeldahl (AOAC, 2005)
 - Kadar lemak dengan soxhlet (AOAC, 2005)
 - Total karbohidrat secara *by difference* (Winarno, 2008)
- b. Pengamatan *food bar* meliputi:
 - Kadar air metode oven vakum (AOAC, 2005)
 - Kadar abu (AOAC, 2005)
 - Kadar protein metode kjeldahl (AOAC, 2005)
 - Kadar lemak dengan soxhlet (AOAC, 2005)
 - Total karbohidrat secara *by difference* (Winarno, 2008)
 - Kadar serat kasar (AOAC, 2005)
 - Uji tingkat kenyang

3.4.2 Analisa Data

Formulasi *food bar* metode *linear programming* menggunakan aplikasi POM-QM untuk *windows* versi 3.0. Pada karakteristik kimia, analisa data menggunakan *General Linear Model* (GLM), sedangkan uji lanjutnya menggunakan uji *Fisher*. Pada uji tingkat kenyang, pengujian yang dipilih adalah *Friedman test* yang bertujuan untuk mengetahui respon tingkat kenyang *food bar*. Uji beda yang digunakan adalah *Wilcoxon signed rank test*. Hubungan antar variabel respon menggunakan regresi *non linear* dan *spearman rho*. Pemilihan formulasi terbaik akan dianalisis menggunakan metode *multiple attribute*. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Statistical Software Minitab 17* dan *Microsoft Excel 2010*.

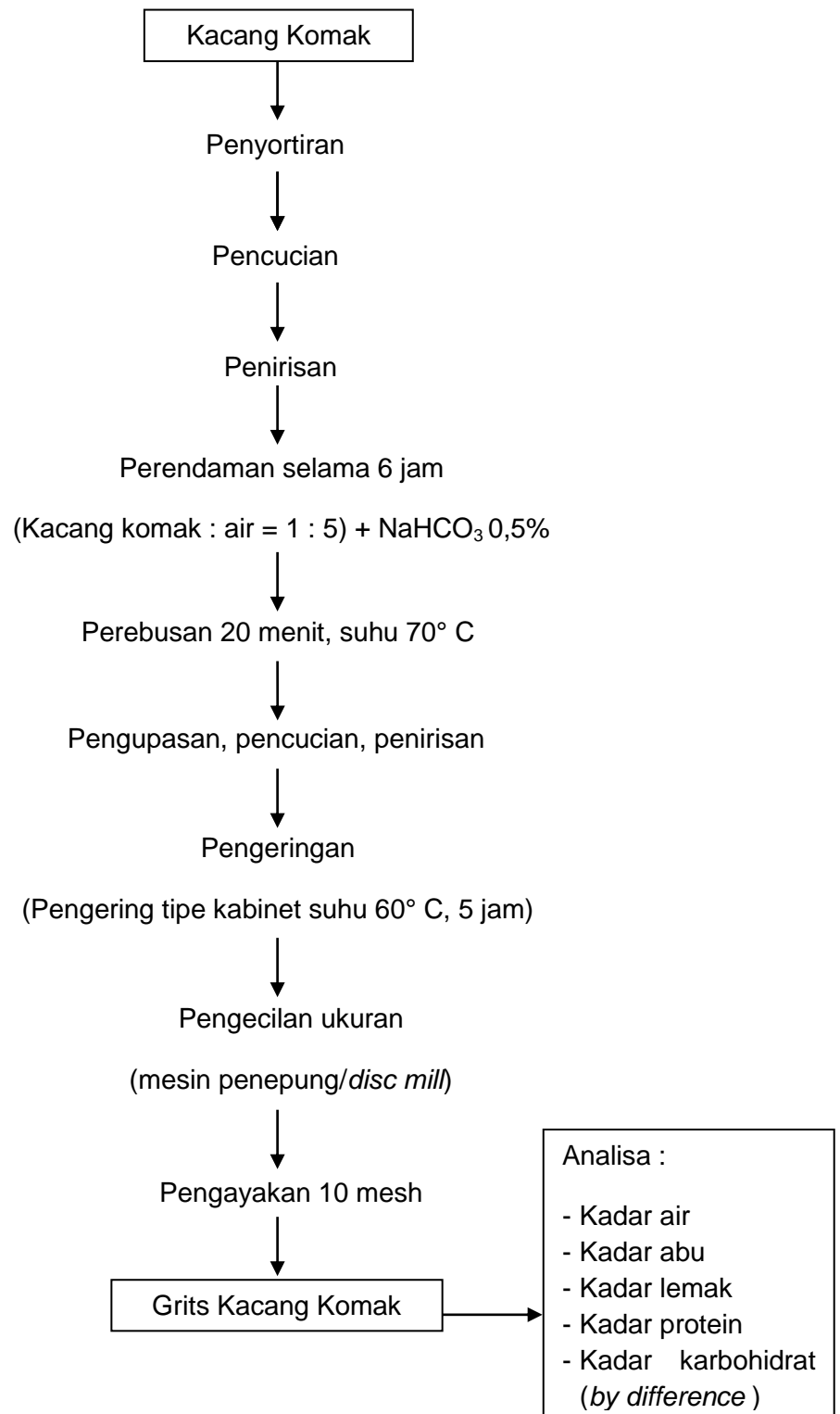
3.5 Diagram Alir

3.5.1 Skema Penelitian



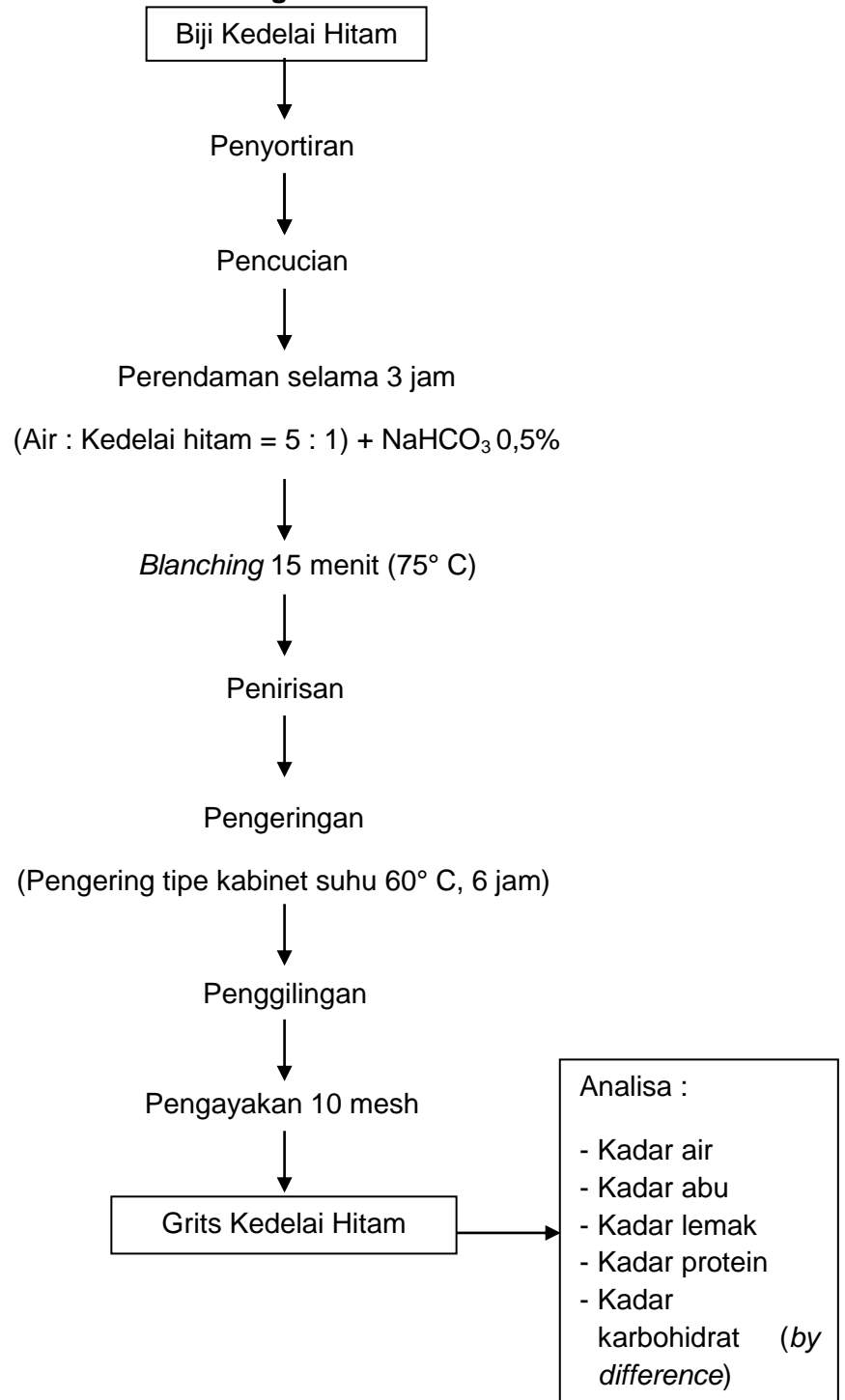
Gambar Error! No text of specified style in document..**2** Skema Penelitian

3.5.2 Diagram Alir Pembuatan Grits Kacang Komak



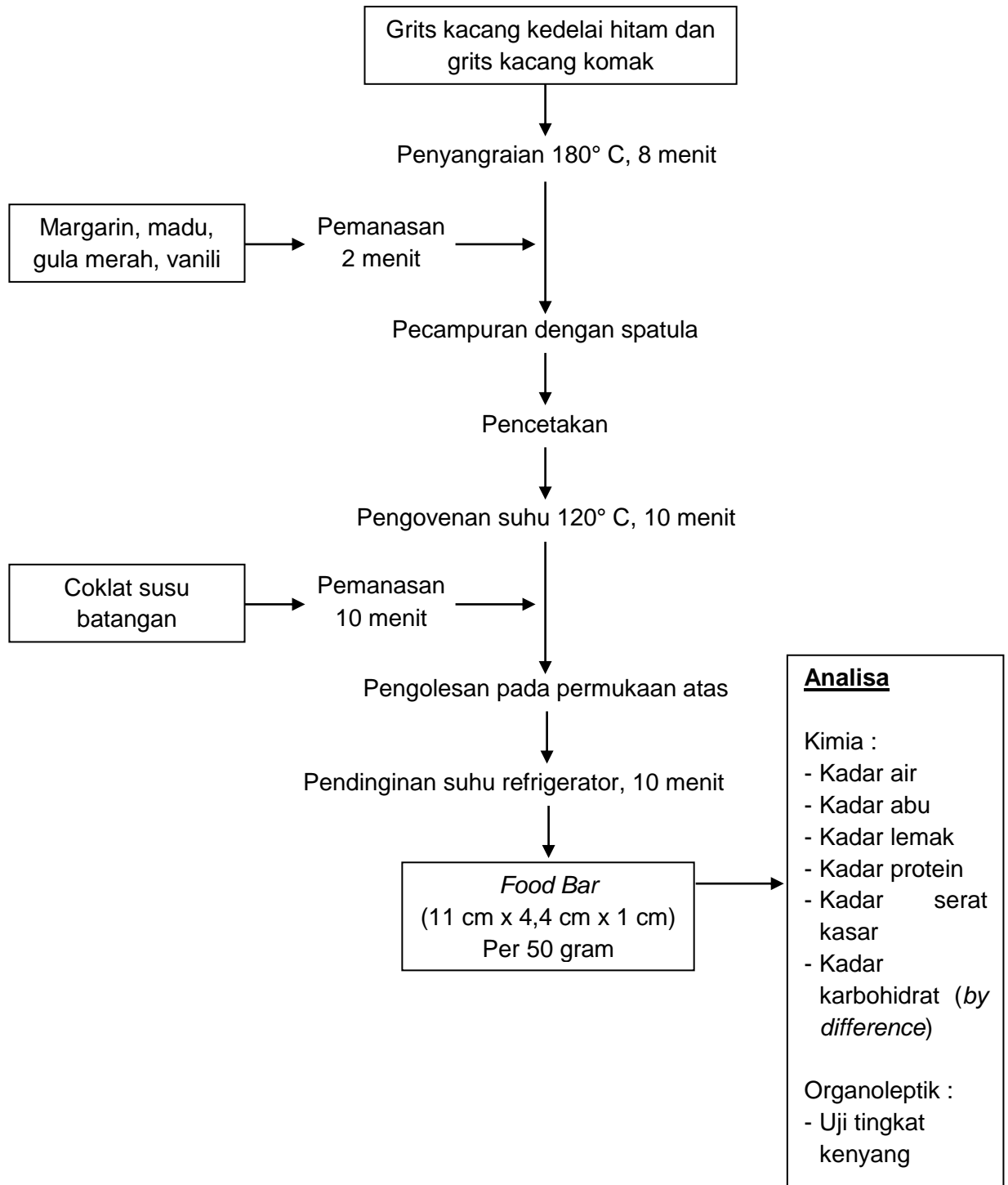
Gambar Error! No text of specified style in document..**3** Pembuatan *Grits* Kacang Komak
Sumber: Modifikasi Mariantio (2016)

3.5.3 Diagram Alir Pembuatan Grits Kacang Kedelai Hitam



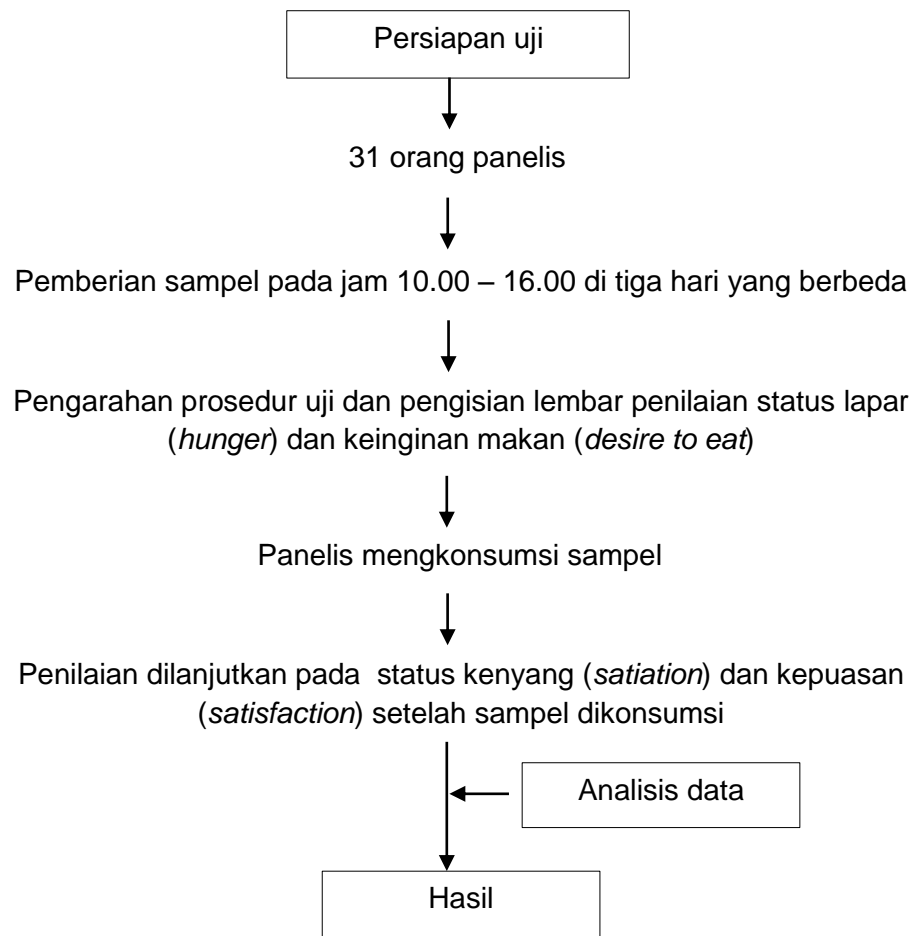
Gambar Error! No text of specified style in document..4
Pembuatan *Grits* Kacang Kedelai Hitam
Sumber: Modifikasi Mariantio (2016)

3.6.4 Diagram Alir Pembuatan *Food bar*



Gambar Error! No text of specified style in document..**5**
 Pembuatan *Food Bar*
 Sumber: Modifikasi Halimah (2011)

3.6.5 Diagram Alir Pengujian Tingkat Kenyang



Gambar 3.6 Pengujian Tingkat Kenyang
Sumber: Modifikasi Nisa (2016)

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada pembuatan *food bar* adalah *grits* kacang komak dan *grits* kacang kedelai hitam, sedangkan bahan tambahan yang digunakan adalah madu, margarin, gula merah, cokelat susu batang, dan vanili. Analisa kimia hanya dilakukan pada bahan baku yang meliputi analisa kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar karbohidrat (*by different*). Hasil analisa dapat dilihat secara lengkap pada **Lampiran 3**. Hasil analisa bahan baku kemudian digunakan untuk menentukan besarnya persentase bahan baku yang ditambahkan dalam setiap formula *food bar*. Pada kandungan gizi margarin, cokelat susu batang, dan madu mengacu pada kemasan, sedangkan pada gula merah mengacu kepada Heryani (2016). Kandungan gizi vanili tidak diikutsertakan karena hanya berfungsi untuk memperkuat citarasa. Data rerata hasil analisis kimia *grits* kacang komak ditunjukkan oleh Tabel 4.1.

Tabel 1.1 Hasil analisis kimia *grits* kacang komak dan *grits* kedelai hitam

| Komponen | <i>Grits</i> Kacang Komak | Biji kacang komak | <i>Grits</i> Kedelai Hitam | Biji kacang kedelai hitam |
|--|---------------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Kadar air (%) | 11,77 ± 0,09 | 8,47 ± 0,52 | 8,85 ± 0,06 | 10,84 |
| Kadar abu (%) | 3,63 ± 0,07 | 3,50 ± 0,07 | 5,15 ± 0,23 | 5,81 |
| Kadar protein (%) | 32,38 ± 0,94 | 23,95 ± 0,15 | 39,94 ± 0,42 | 36,50 |
| Kadar lemak (%) | 1,72 ± 0,07 | 1,02 ± 0,06 | 16,38 ± 0,17 | 14,59 |
| Kadar karbohidrat <i>by different</i> (%) | 50,58 ± 1,01 | 61,86 ± 0,70 | 29,69 ± 0,38 | 43,11 |
| Total kalori (kkal/100 g) | 367,16 | 352,40 | 425,94 | 449,75 |

Keterangan: a) Data disajikan sebagai rerata ± SE
b) Sumber pustaka kacang komak: Hossein *et al.*, (2016)
c) Sumber pustaka kacang kedelai hitam: Putri dkk., (2016)

Hasil analisa *grits* kacang komak menunjukkan, jumlah komponen tertinggi adalah kadar karbohidrat yaitu sebesar 50,58%. Hasil analisa tersebut kemudian dibandingkan dengan pustaka kacang komak. Beberapa komponen mengalami

kenaikan jumlah seperti pada kadar protein, sedangkan kadar karbohidrat mengalami penurunan. Pada hasil analisa grits kacang kedelai hitam, jumlah komponen tertinggi adalah kadar protein yaitu sebesar 39,94%. Jika dibandingkan dengan pustaka, beberapa komponen mengalami kenaikan jumlah yaitu pada komponen kadar protein dan kadar lemak, namun kenaikannya tidak terlalu besar. Komponen yang mengalami penurunan tertinggi adalah pada kadar karbohidrat. Hasil analisa kimia pada kedua *grits* tersebut akan berpengaruh pada perhitungan kalori secara empiris, dimana kalori *grits* kacang komak lebih tinggi daripada kalori benih dan kalori *grits* kacang kedelai hitam lebih rendah dibanding kalori benih.

Pada proses pembuatan *grits*, perendaman dengan natrium bikarbonat bertujuan untuk menurunkan kadar anti gizi dan bau langu pada kacang. Perendaman kacang kedelai hitam hanya dilakukan selama 3 jam, sehingga perkecambahan yang terjadi sangat sedikit sedangkan kacang komak mengalami perkecambahan lebih banyak karena perendaman yang dilakukan lebih lama yaitu 6 jam. Angrahini (2007) memaparkan bahwa selama proses perkecambahan dapat terjadi peningkatan kandungan protein yang disebabkan karena terjadi pembentukan asam-asam amino esensial yang merupakan penyusun protein yang diperlukan untuk proses pertumbuhan kecambah.

Berkebalikan dengan kadar protein, kadar karbohidrat semakin menurun karena perendaman yang cukup lama hingga muncul tanda kacang akan berkecambah. Hal tersebut dapat disebabkan karena hidrolisis karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh enzim α -amilase dan β -amilase saat berkecambah. Pertumbuhan embrio membutuhkan makanan, sehingga kadar karbohidratnya berkurang selama proses perkecambahan (Angrahini, 2007).

Saat perendaman kemungkinan dalam keadaan asam, sehingga enzim protease aktivitasnya cenderung rendah, namun enzim amilase dan enzim lipase lebih aktif untuk memecah karbohidrat dan lemak. Kadar lemak seharusnya juga mengalami penurunan selama perkecambahan karena digunakan sebagai sumber energi. (Suhendra, 2017). Kacang komak yang digunakan kemungkinan berbeda varietas sehingga kandungan lemak yang ada pada kacang komak analisis lebih tinggi dari kadar lemak pustaka.

4.2 Penyelesaian Model Matematis

Penyelesaian model matematis dilakukan dengan teknik *linear programming* menggunakan bantuan software POM QM untuk *windows* versi 3.0. Fungsi tujuan yang diinginkan adalah memaksimalkan potensi kalori (protein, karbohidrat, dan lemak) pada setiap bahan. Batas bawah dan batas atas karbohidrat, lemak dan protein pada fungsi kendala/pembatas menggunakan standar kandungan gizi *food bar* sebagai pangan darurat yang mengacu pada Zoumas, *et al.* (2002). Formulasi *food bar* terdiri dari enam jenis bahan yaitu *grits* kacang kedelai hitam (X_1), *grits* kacang komak (X_2), margarin (X_3), madu (X_4), gula merah (X_5), cokelat susu batang (X_6).

Model matematis didapatkan dari hasil perhitungan kalori masing-masing bahan (**Lampiran 4**). Bahan pengikat (margarin, gula merah, madu) memiliki batasan sebesar 0,33 dengan pembagian proporsi masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.3, sedangkan cokelat susu batang memiliki batasan sebesar 0,25. Kedua hasil tersebut didapatkan dari penelitian pendahuluan. Batasan untuk bahan baku yaitu *grits* kacang komak dan *grits* kacang kedelai hitam sebesar 0,42. Penambahan 0,2 merupakan alokasi proporsi vanili untuk proporsi bahan baku, karena vanili tidak menghasilkan kalori. Pada total proporsi tersebut, bahan baku dapat terikat dengan baik oleh bahan pengikat (*binder*). Perbandingan bahan baku untuk setiap formula dipecahkan oleh aplikasi POM-QM untuk *windows* versi 3.0. Hasil formula yang diharapkan dari batasan kedua *grits* kacang adalah dominan *grits* kacang komak (formula 1), dominan *grits* kacang kedelai hitam (formula 2), dan seimbang (formula 3). Adapun model matematis dijabarkan sebagai berikut:

Maksimasi: $Z_{maks} = 425,94X_1 + 347,32X_2 + 700X_3 + 310,4X_4 + 406X_5 + 620X_6$

Dengan kendala/batasan:

1. Kadar karbohidrat

$$0,2969X_1 + 0,5058X_2 + 0,776X_4 + 0,76X_5 + 0,52X_6 \geq 0,48$$

$$0,2969X_1 + 0,5058X_2 + 0,776X_4 + 0,76X_5 + 0,52X_6 \leq 0,60$$

2. Kadar protein

$$0,3994X_1 + 0,3238X_2 + 0,03X_5 + 0,04X_6 \geq 0,12$$

$$0,3994X_1 + 0,3238X_2 + 0,03X_5 + 0,04X_6 \leq 0,18$$

3. Kadar lemak

$$0,1638X_1 + 0,0172X_2 + 0,7778X_3 + 0,1X_5 + 0,44X_6 \geq 0,19$$

$$0,1638X_1 + 0,0172X_2 + 0,7778X_3 + 0,1X_5 + 0,44X_6 \leq 0,24$$

1. Batasan pengikat

$$X_3 + X_4 + X_5 = 0,33$$

Bahan pengikat merupakan titik kritis pada pembuatan *food bar*. Jika jumlahnya kurang atau lebih dari 0,33 maka akan sulit mengikat *grits* kacang. Formula 1 merupakan jumlah dasar pada penelitian pendahuluan. Pada formula 2 dan 3, batasan bahan pengikat yang digunakan telah divariasikan. Hasil variasi tersebut mempertimbangkan kedekatan jumlah kalori setiap formula serta kenampakan fisik dan sensoris saat diolah menjadi produk.

Tabel 1.2 Batasan bahan pengikat *food bar*

| Bahan pengikat | Formula 1 | Formula 2 | Formula 3 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Madu | 0,11 | 0,13 | 0,118 |
| Gula merah | 0,11 | 0,12 | 0,118 |
| Margarin | 0,11 | 0,08 | 0,094 |

2. Batasan cokelat susu batang

$$X_6 = 0,25$$

3. Batasan bahan baku

$$X_1 + X_2 = 0,42$$

4. Jumlah total campuran sebesar 100 %

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 100$$

Jumlah kalori tiap bahan dan model matematis yang telah diperoleh kemudian dimasukkan datanya ke dalam aplikasi POM-QM untuk *windows* versi 3.0 (**Lampiran 5**). Tabel 4.3 menunjukkan jumlah bahan yang harus ditambahkan disertai kalori yang akan dihasilkan untuk ketiga formula.

Tabel 1.3 Formulasi *food bar* hasil perhitungan *linear programming*

| Bahan baku | Jumlah (%) | | |
|---------------------|------------|-----------|-----------|
| | Formula 1 | Formula 2 | Formula 3 |
| Grits kacang komak | 26,97 | 15,90 | 20,91 |
| Grits kedelai hitam | 15,03 | 26,10 | 21,09 |
| Madu | 11,00 | 13,00 | 11,80 |
| Gula merah | 11,00 | 12,00 | 11,80 |
| Margarin | 11,00 | 8,00 | 9,40 |
| Cokelat susu batang | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| Kalori (kkal/100 g) | 468,49 | 466,46 | 467,65 |
| Kalori (kkal/50 g) | 234,25 | 233,23 | 233,85 |

Jumlah bahan baku yang ditambahkan telah sesuai dengan hasil formula yang diharapkan yaitu pada formula 1 terdapat 26,97% *grits* kacang komak dan 15,03% *grits* kacang kedelai hitam (dominasi *grits* kacang komak), formula 2 terdapat 15,90% *grits* kacang komak dan 26,1% *grits* kacang kedelai hitam (dominasi *grits* kacang kedelai hitam), dan formula 3 terdapat masing masing *grits* kacang komak dan *grits* kacang kedelai yaitu 20,91% dan 21,09% (seimbang). Selain itu, kalori yang dihasilkan dari perhitungan *linear programming* berada pada rentang 233-250 kkal. Menurut Zoumas *et al.* (2002), kandungan energi pada *food bar* sebagai pangan darurat didesain dapat memenuhi 2100 kkal dan dibagi menjadi 9 bar. Setiap bar akan mengandung sekitar 233-250 kkal dengan berat total *food bar* berkisar 450 gram (50 gram per sajian).

4.3 Implementasi model

Hasil formulasi yang telah diperoleh kemudian diimplementasikan menjadi produk *food bar*. Proses pembuatan *food bar* diawali dengan proses penyangraian pada suhu 180° C selama 8 menit. Proses tersebut bertujuan untuk mematangkan kacang dan menciptakan *toasted flavor* sebagai salah satu atribut yang dimiliki *food bar*. Cita rasa tersebut sebenarnya berasal bahan baku pembuatan *food bar* yaitu gandum (Ryland, 2003).

Pembuatan bahan pengikat terdiri dari margarin, madu, gula merah, dan vanili sebagai penambah cita rasa. Ketiga bahan tersebut dicampurkan dan dipanaskan dengan api kecil, tidak sampai meletup. Berdasarkan penelitian pendahuluan, jika sampai meletup dan terlalu lama dipanaskan dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan bahan pengikat untuk mengikat *grits*. Berkurangnya kemampuan tersebut diduga karena menguapnya kandungan air pada bahan, sehingga volume bahan pengikat berkurang. Kandungan air pada gula merah sebesar 12,82% (Hasanah, 2016) sedangkan pada margarin sebesar 18% (Wahyuni dan Made, 1998). Pada madu, kadar air bergantung dari sumber nektar dan kondisi cuaca yaitu berkisar 15-25% (Darmawan dan Agustarini, 2017). Selain untuk menyatukan partikel *grits*, bahan pengikat juga dapat memberi kontribusi dalam menciptakan beberapa atribut *food bar* seperti *sweetness*, *stickiness to touch*, *cohesiveness*, *chewiness*, *initial bite*, dan *toothpack* (Ryland, 2003).

Proses selanjutnya adalah pencampuran dan pencetakan campuran *food bar*. Pada proses ini dilakukan penekanan, agar didapatkan *food bar* yang kompak. *Food bar* yang telah dicetak kemudian dioven selama 10 menit. Proses ini bertujuan untuk lebih mengempukkan *grits* kacang. *Food bar* diolesi merata dengan cairan coklat susu dan kemudian didinginkan dengan suhu refrigerator, agar cairan coklat dan *food bar* lebih menyatu. Produk *food bar* memiliki panjang 11 cm, lebar 4,4 cm, dan tinggi 1 cm. Produk ini disajikan dengan berat 50 gram/bar dan setiap formula memiliki kalori yang berdekatan. Kajian sensori yang dilakukan adalah menilai tingkat kenyang produk *food bar* oleh 31 orang panelis. Ketiga formula yang telah dinilai kemudian dianalisa secara kimia.

4.4 Karakteristik Kimia *Food bar*

Data hasil analisis kimia *food bar* secara lengkap terdapat pada **Lampiran 6** sedangkan pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Tabel 4.4 menunjukkan data rerata hasil analisis kimia *food bar*.

Tabel 1.4 Data rerata hasil analisis kimia *food bar*

| Komponen | Formula | | | Standar (%) |
|------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------|
| | Formula 1 | Formula 2 | Formula 3 | |
| Kadar Air (%) | 7,29 ± 0,23 a | 7,18 ± 0,51 a | 7,35 ± 0,28 a | < 9,5 |
| Kadar Abu (%) | 2,46 ± 0,15 a | 2,67 ± 0,14 a | 2,46 ± 0,24 a | - |
| Kadar Protein (%) | 7,84 ± 0,49 c | 13,07 ± 0,36 a | 8,74 ± 0,48 b | 12-18 |
| Kadar Lemak (%) | 19,40 ± 0,34 a | 19,00 ± 0,04 a | 19,11 ± 0,39 a | 19-24 |
| Kadar Karbohidrat by different (%) | 63,01 ± 1,06 a | 58,08 ± 0,33 b | 62,34 ± 1,25 a | 48-60 |
| Kadar Serat | 5,09 ± 0,30 a | 3,14 ± 0,11b | 3,55 ± 0,14 b | - |
| Kalori (kkal/100 g) | 457,97 ± 1,08 a | 455,60 ± 2,21a | 456,33 ± 0,44 a | - |
| Kalori (kkal/50 g) | 228,98 ± 0,54 a | 227,80 ± 1,11a | 228,16 ± 0,22 a | 233-250 |

Keterangan: a) Data disajikan sebagai rerata ± SE
b) Nilai yang diikuti huruf beda menunjukkan beda nyata ($P>0,05$)
c) Standar berdasarkan Zoumas *et al.*, (2002)

Berdasarkan Tabel 4.4, kadar air ketiga formula tidak berbeda nyata karena $p\text{-value} > 0,05$ ($p\text{-value}=0,964$) dan telah memenuhi standar persyaratan *food bar* yaitu kurang dari 9,5%. Penetapan kandungan air dalam bahan pangan bergantung pada sifat bahannya. Pada umumnya, penetapan kadar air dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven pada suhu 105-110° C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan merupakan banyaknya air yang diuapkan (Winarno, 2008).

Food bar tergolong makanan kering dan padat sehingga pada proses pembuatannya, tidak ada penambahan air kecuali kadar air yang terkandung pada bahan. Selain itu, beberapa proses termal juga berkontribusi dalam pelepasan kandungan air pada bahan. Menurut Rahman dkk. (2016), kandungan air merupakan parameter penting yang mempengaruhi kualitas produk tersebut. Peningkatan jumlah air dapat mempengaruhi laju kerusakan bahan pangan. Kadar air pada *grits* kacang komak lebih tinggi daripada *grits* kacang kedelai hitam yaitu masing-masing 11,77% dan 8,85%. Selisih kadar air dapat disebabkan dari pengaruh bahan lain seperti gula merah dan madu yang memiliki kadar air masing-masing sebesar 12,82% (Hasanah, 2016) dan kisaran 15-25% (Darmawan dan Agustarini, 2017).

Abu merupakan residu anorganik yang didapat dengan proses pengabuan atau pemanasan suhu tinggi lebih dari 450° C dan atau pendestruksian komponen-komponen organik dengan asam kuat. Cara yang umum dilakukan adalah pengabuan kering (*dry ashing*) dan pengabuan basah (*wet digestion*). Pemilihan cara tersebut tergantung pada sifat zat organik dalam bahan, mineral yang akan dianalisa serta sensitivitas cara yang digunakan (Yenrina, 2015).

Kadar abu ketiga formula ditunjukkan oleh Tabel 4.4. Berdasarkan Tabel tersebut, kadar abu yang dihasilkan tidak berbeda nyata karena $p\text{-value} > 0,05$ ($p\text{-value}=0,513$). Kadar abu secara kasar menggambarkan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan pangan. Kandungan mineral pada kacang kedelai hitam sebesar 4% (Mayasari, 2010). Mineral yang terkandung diantaranya kalium, besi, seng, dan fosfor (Krisnawati, 2017). Pada kacang komak mineral penting yang terkandung diantaranya kalsium, fosfor, dan zat besi (Yulia, 2007).

Kacang-kacangan merupakan bahan pangan nabati yang kaya akan protein. Kontribusi rata-rata terhadap konsumsi protein sebesar 9,9% (Almatsier, 2009). Komposisi dasar dari protein sekitar 55% karbon, 7% hidrogen, 23%

oksigen, 16% nitrogen, 1% sulfur dan kurang dari 1% fosfor. Secara umum metode penetapan kadar protein dalam bahan pangan menggunakan metode Kjeldahl. Pengukuran kadar protein pada metode ini didasarkan pada pengukuran kadar nitrogen total yang ada di dalam sampel (*crude protein*). Metode ini mengasumsikan bahwa kandungan nitrogen di dalam protein adalah sekitar 16% dengan angka faktor konversi sebesar $100/16$ atau 6,25 (Yenrina, 2015).

Pada Tabel 4.4 menunjukkan kadar protein *food bar* ketiga formula berbeda nyata karena $p\text{-value} < 0,05$ ($p\text{-value}=0,000$). Hasil uji lanjut fisher (**Lampiran 7**) menunjukkan bahwa formula 1 berbeda dengan formula 2 dan kedua formula tersebut berbeda dengan formula 3. Formula 2 memiliki rerata tertinggi kadar protein sebesar 13,07%. Proporsi kacang yang diimplementasikan pada formula dua memiliki kandungan *grits* kedelai hitam yang lebih tinggi daripada kacang komak. Sumbangsih protein terbanyak bersumber dari *grits* kacang kedelai hitam yaitu sebesar 39,94%, sedangkan *grits* kacang komak sebesar 32,38%. Jika dibandingkan dengan standar persyaratan *food bar* yang direkomendasikan Zoumas *et al.* (2002), kadar protein formula 1 dan formula 3 tidak berada pada rentang 12-18%, sedangkan formula 2 memenuhi rekomendasi persyaratan tersebut. Selain itu, formula 2 juga dapat diklaim sebagai sumber protein karena memenuhi syarat 20% Acuan Label Gizi (60 g) yaitu sebesar 12 g (BPOM, 2011). Menurut Sarastuti dan Yuwono. (2015), proses termal dapat menurunkan kadar air bahan sehingga menaikkan kadar protein, lemak, abu dan karbohidrat. Kandungan protein akan relatif rendah jika, kadar airnya tinggi (Krisnawati, 2017). Kadar air pada formula 2 lebih rendah daripada kedua formula lainnya.

Analisis kadar lemak *food bar* (Tabel 4.4) ketiga formula tidak berbeda nyata karena $p\text{-value} > 0,05$ ($p\text{-value}=0,564$). Ketiga formula telah memenuhi rekomendasi standar persyaratan *food bar* yaitu berada pada rentang 19-24%. Sumbangsih lemak terbesar adalah berasal dari margarin dan cokelat susu batang. Kacang komak dan kacang kedelai hitam memiliki kandungan lemak yang cukup rendah yaitu masing-masing 1,02% (Hussein *et al.*, 2016) dan 14,59% (Putri dkk., 2016).

Pada satu gram lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sehingga lemak dapat berpotensi lebih besar menghasilkan kalori (Winarno, 2008). Fungsi lemak sebagai makronutrien diantaranya adalah sebagai pelarut beberapa vitamin,

sumber energi, penghemat protein, dan penyusun membran sel. Ekstraksi lemak pada umumnya menggunakan metode soxhlet dengan pelarut non polar seperti heksana dan petroleum eter. Selain itu, pelarut juga harus bebas air agar bahan-bahan yang larut air tidak ikut terekstrak dan mengurangi keaktifan pelarut tersebut (Angelia, 2016).

Kadar karbohidrat *food bar* yang dihasilkan berdasarkan Tabel 4.4, berbeda nyata untuk ketiga formula karena $p\text{-value} < 0,05$ ($p\text{-value}=0,024$). Formula 1 memiliki kadar karbohidrat tertinggi yaitu 63,01%. Uji lanjut fisher (**Lampiran 7**) menunjukkan formula 1 dan 3 tidak berbeda, namun keduanya berbeda dengan formula 2. Formula 1 memenuhi rekomendasi standar persyaratan *food bar* yaitu berkisar antara 48-60%, sedangkan formula 1 dan 3 melebihi standar. Pada formula 1, persentase *grits* kacang komak lebih besar daripada *grits* kacang kedelai hitam. *Grits* kacang komak memiliki kadar karbohidrat lebih tinggi dibanding *grits* kacang kedelai hitam. Selain itu, pada formula 1 dan 3 kandungan proteinnya lebih rendah dibanding formula 2 sehingga persentase formula 1 dan 3 menjadi lebih tinggi.

Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama bagi tubuh. Senyawa karbohidrat terdiri atas karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O), menyediakan sebanyak 40-80% energi yang diperlukan manusia (Putra, 2013). Kadar karbohidrat dihitung menggunakan karbohidrat *by difference*. Cara tersebut merupakan perhitungan kasar kandungan karbohidrat termasuk serat kasar tanpa melalui analisis. Semakin tinggi kandungan protein, lemak, abu dan air maka kandungan karbohidrat semakin kecil, maupun sebaliknya (Winarno, 2008).

Serat kasar adalah bagian dari karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis oleh asam dan basa kuat yaitu H_2SO_4 dan $NaOH$. Nilai serat kasar lebih rendah daripada serat makanan karena H_2SO_4 dan $NaOH$ mempunyai kemampuan lebih besar dalam menghidrolisis komponen makanan dibanding dengan enzim pencernaan (Ekafitri dan Isworo, 2014). Pada serat pangan sekitar 20-50% selulosa, 50-80% lignin, dan 80-85% hemiselulosa akan hilang selama analisis serat kasar (Harnani, 2009). Serat tidak dapat diubah menjadi energi oleh tubuh manusia tetapi sangat berperan dalam proses pencernaan (Putra, 2013).

Berdasarkan Tabel 4.4, kadar serat kasar berbeda nyata untuk ketiga formula karena $p\text{-value} < 0,05$ ($p\text{-value}=0,006$). Uji lanjut fisher (**Lampiran 7**) menunjukkan formula 1 berbeda dengan formula 2 dan formula 3. Formula 1

memiliki rerata kadar serat kasar tertinggi sebesar 5,089%. Kandungan serat pada benih kacang komak yaitu 10,20% (Ragab et al., 2015), sedangkan benih kacang kedelai hitam sebesar 5,57% (Pertiwi dkk, 2014). Persentase *grits* kacang komak pada formula 1 lebih banyak daripada *grits* kacang kedelai hitam.

Karbohidrat, protein, dan lemak merupakan zat-zat gizi yang dapat memberikan energi. Oksidasi zat-zat gizi ini akan menghasilkan energi yang diperlukan tubuh untuk melakukan aktivitas. Ketiga zat gizi ini termasuk ikatan organik yang mengandung karbon yang dapat dibakar (Almatsier, 2009). Jumlah kalori yang dapat dihasilkan 1 gram karbohidrat dan protein masing-masing adalah 4 kkal, sedangkan 1 gram lemak dapat menghasilkan 9 kkal (Winarno, 2008). Maka besarnya nilai kalori bergantung pada jumlah karbohidrat, lemak, dan protein, dalam bahan pangan.

Kalori yang dihasilkan oleh ketiga formula *food bar* pada Tabel 4.4 tidak berbeda nyata karena $p\text{-value} > 0,05$ ($p\text{-value}=0,593$). Rerata kalori *food bar* menunjukkan jumlah kalori berada pada kisaran angka 227,80 - 228,98 kkal. Kalori hasil perhitungan aplikasi *linear programming* yaitu 234,81 - 236,92 kkal/50 g, nilai tersebut mengacu pada standar *food bar* sebagai pangan darurat yaitu sebesar 233-250 kkal/50 g. Ketiga formula tidak memenuhi target kalori standar maupun hasil perhitungan aplikasi. Hal tersebut dapat disebabkan karena kurangnya sumbangsih lemak pada *food bar* dan kadar protein yang tidak mencapai target. Lemak merupakan makronutrien yang memberikan energi terbesar setelah karbohidrat dan protein.

Berdasarkan Tabel 4.4 didapatkan hasil pengujian kimia yang paling memenuhi rekomendasi standar persyaratan *food bar* adalah formula 2, dengan persentase didominasi oleh *grits* kacang kedelai hitam. Hasil yang didapatkan yaitu 7,18% air, 13,07% protein, 19,00% lemak, dan 58,08% karbohidrat. Namun formula 2 memiliki kalori yang paling rendah diantara kedua formula lainnya, yaitu sebesar 227,80 kkal/50 g. Formula 1 dan formula 3 tidak memenuhi rekomendasi standar persyaratan *food bar* pada komponen karbohidrat, protein dan karbohidrat.

Berkaitan dengan tidak terpenuhinya rekomendasi standar persyaratan *food bar*, dapat disebabkan karena perbedaan stabilitas kandungan gizi pada setiap formula berbeda terhadap proses pengolahan *food bar*. Pada penelitian Sundari dkk. (2015) menunjukkan bahwa proses pemasakan dapat menurunkan kadar protein dibandingkan bahan mentahnya. Proses pemasakan yang

dilakukan adalah perebusan, pengukusan, dan penggorengan, dimana ketiganya melibatkan suhu tinggi. Penggunaan suhu 180° C – 300° C akan menyebabkan kerusakan yang cukup besar atau bisa menurunkan nilai gizi protein. *Recommended Dietary Allowance* (RDA) pada protein yang digunakan untuk pria dan wanita menurut *Institute Of Medicine* (2005) sebesar 0,80 g/kg/d. Jika ditinjau dari berat badan menurut Zoumas *et al.* (2002), jumlah protein yang direkomendasikan untuk bahan pangan adalah kompromi. Pada kadar < 15% dari total kalori sudah dapat mencegah masalah beban ginjal. Protein dalam makanan dan tubuh lebih kompleks dan bervariasi daripada sumber energi lainnya, yaitu karbohidrat dan lemak. Kandungan nitrogen rata-rata dalam protein sekitar 16 persen, sedangkan sisanya yang tergolong non protein nitrogen (NPN) yaitu alkaloid, vitamin, dan nitrat berjumlah relatif kecil.

Jumlah karbohidrat jika dibandingkan dengan standar persyaratan *food bar* telah melebihi batas. Namun menurut Mozaffarian *et al.* (2011), jenis karbohidrat lebih penting daripada jumlah tinggi atau rendahnya karbohidrat. Konsumsi karohidrat dari makan sehat lebih utama daripada mengikuti diet ketat yang membatasi jumlah gram karbohidrat. Kacang-kacangan merupakan salah satu sumber karbohidrat yang baik dan dapat dicerna secara perlahan. Karbohidrat di dalam food bar berfungsi menyediakan energi, sifat fisik, dan rasa manis (Zoumas *et al.* 2002).

4.5 Pengujian Tingkat Kenyang

4.1.1 Panelis Uji

Panelis merupakan anggota panel atau orang yang terlibat dalam penilaian organoleptik dari berbagai kesan subjektif produk yang disajikan. Namun panelis terkadang dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan mental sehingga panelis menjadi jenuh dan kepekaan menurun, serta dapat terjadi salah komunikasi antara penyaji dan panelis (Ayustaningwarno, 2014). Kategori untuk panelis terbagi menjadi panelis ahli, panelis semi terlatih dan panelis tidak terlatih/umum. Panelis tidak terlatih pada umumnya berjumlah lebih dari 30 orang panelis (Basri, 2015).

Penilaian tingkat kenyang *food bar* dilakukan oleh panelis tidak terlatih. Tujuan dari penyeleksian panelis adalah untuk menghomogenkan panelis sehingga penilaian panelis tidak dipengaruhi oleh faktor indeks massa tubuh, namun berfokus pada variasi formula *food bar*. Terdapat hubungan yang

signifikan antara diet dengan Indeks Massa Tubuh (IMT). Diet menjadi salah satu faktor pendukung untuk mengontrol indeks massa tubuhnya (Putra, 2013). Jumlah panelis yang masuk kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 1.5 **Kategori Indeks Massa Tubuh (IMT)**

| Kategori | Keterangan | IMT* | Jumlah** |
|----------|---------------------------------------|--------------|----------|
| Kurus | Kekurangan berat badan tingkat berat | <17,0 | 4 orang |
| | Kekurangan berat badan tingkat ringan | 17,0 – 18,5 | 4 orang |
| Normal | | 18,5 – 25,0 | 32 orang |
| Gemuk | Kelebihan berat badan tingkat ringan | >25,0 – 27,0 | 2 orang |
| | Kelebihan berat badan tingkat berat | >27,0 | 4 orang |

Keterangan : * = Kementrian Kesehatan (2014)

** = jumlah calon panelis uji tingkat kenyang

Calon panelis yang mengikuti seleksi berjumlah 46 orang dan yang sesuai kriteria sebanyak 32 orang. Panelis yang sesuai tersebut memiliki indeks massa tubuh normal. Namun saat pengujian akan berlangsung, 1 orang mengundurkan diri karena sakit, sehingga panelis tetap berjumlah 31 orang. Langkah selanjutnya adalah pencicipan produk dan pengenalan deskripsi sensasi kenyang dan lapar secara umum berdasarkan Tabel 2.8 dan 2.9 (Karalus, 2011). Hal tersebut diharapkan dapat membantu panelis dalam mengenali sensasi yang dirasakan saat lapar dan kenyang. Pengenalan produk bertujuan untuk menciptakan referensi produk di benak panelis karena menurut Benelam (2009), pengetahuan tentang makanan/minuman serta kebiasaan makan merupakan salah satu faktor yang dapat mengontrol sensasi kenyang. Tahap terakhir adalah pengujian tingkat kenyang. Data hasil pengujian dapat dilihat secara lengkap pada **Lampiran 8**.

4.1.2 Variabel Respon Pengujian Tingkat Kenyang

Pengujian tingkat kenyang pada tiga formula *food bar* menghasilkan empat variabel respon yaitu kenyang akhir, lapar, keinginan makan, dan kepuasan, sedangkan penambahan kenyang merupakan selisih dari kenyang akhir dan status lapar. Keinginan makan merupakan deskripsi sensasi yang dirasakan ketika sedang lapar (Karalus, 2011) dan skala umum yang digunakan untuk

melaporkan perasaan terkait nafsu makan (Blundell *et al.*, 2010), sedangkan variabel kepuasan menggambarkan sensasi dari perasaan kenyang (Karalus, 2011).

Pengujian dilakukan menggunakan VAS (*Visual Analogue Scale*) tidak terstruktur sepanjang 10 cm. Menurut Blundell *et al.* (2010), desain skala dasar yang digunakan untuk melaporkan perasaan terkait nafsu makan mencakup garis terstruktur dan tidak terstruktur uni dan bipolar, kategori verbal, dan penilaian numerik. Metode yang paling umum digunakan adalah garis tidak terstruktur unipolar. Garis skala ini berlabuh pada ujungnya dengan peringkat minimum dan maksimum untuk atribut tertentu (mis., 'tidak manis' hingga 'sangat manis'). Skala ini mudah dipahami oleh berbagai kalangan peserta (Hayes *et al.*, 2013).

Variabel respon yang dihasilkan kemudian diolah menggunakan *friedman test*. Data yang dihasilkan merupakan data non parametrik. Data non parametrik ialah suatu uji statistik yang tidak memerlukan adanya asumsi-asumsi mengenai sebaran data populasinya (belum diketahui sebaran datanya dan tidak perlu berdistribusi normal). Selain itu data yang dihasilkan berjumlah kecil (Junaidi, 2010). Pada Tabel 4.6 dijabarkan singkat terkait beda nyata antar formula dengan masing masing variabel responnya, sedangkan data secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

Tabel 1.6 Variabel respon tingkat kenyang *food bar*

| Variabel | Formula | Rata-rata | p-value | Keterangan |
|-----------------|---------|-------------|---------|------------------|
| Kenyang akhir | 1 | 6,40 ± 0,28 | 0,798 | Tidak beda nyata |
| | 2 | 6,65 ± 0,25 | | |
| | 3 | 6,85 ± 0,27 | | |
| Lapar | 1 | 6,31 ± 0,32 | 0,108 | Tidak beda nyata |
| | 2 | 7,29 ± 0,28 | | |
| | 3 | 6,93 ± 0,29 | | |
| Keinginan makan | 1 | 6,64 ± 0,35 | 0,002 | Beda nyata |
| | 2 | 5,18 ± 0,33 | | |
| | 3 | 6,11 ± 0,40 | | |
| Kepuasan | 1 | 6,32 ± 0,34 | 0,050 | Tidak Beda nyata |
| | 2 | 6,87 ± 0,23 | | |
| | 3 | 6,94 ± 0,28 | | |

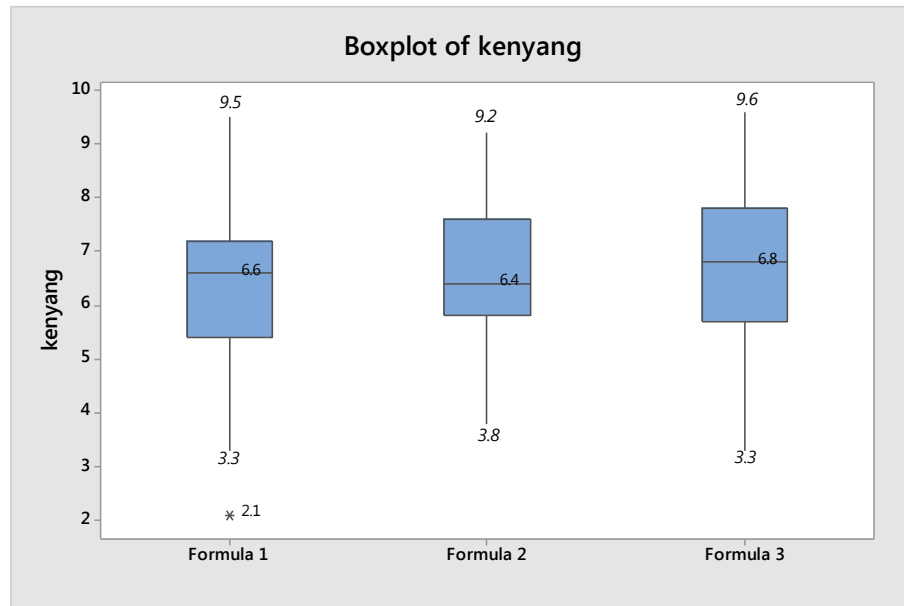
Keterangan: a) Data disajikan sebagai rerata ± SE
b) Beda nyata jika p-value < 0,05
c) Rata-rata mendekati 10 menunjukkan respon semakin besar

Tabel 4.6 menunjukkan respon rata-rata tiap variabel. Semakin besar skala rata-rata (mendekati skala 10) pada variabel respon maka semakin besar pula respon kenyang akhir, lapar, keinginan makan dan kepuasan yang diberikan. Jika semakin kecil skala (menjauhi skala 10), maka respon yang diberikan pun semakin kecil.

4.1.2.1 Kenyang dan Kepuasan

Rasa kenyang (*satiation*) merupakan istilah yang mengacu pada mekanisme yang diyakini memberikan efeknya melalui proses fisiologis dan psikologis (Blundell *and* Bellisle, 2013). Rasa kenyang terjadi pada saat makan dan mewakili efek kumulatif dari sinyal penghambatan yang disebabkan oleh konsumsi zat makanan saat makanan berlangsung. Sinyal semacam ini berasal dari banyak sumber yaitu sensorik, kognitif, pencernaan, dan hormonal (Bellisle, 2012). Penilaian terhadap rasa kenyang cukup penting karena dapat berkaitan dengan kontrol berat badan dan mengatasi masalah mengenai perilaku makan (Smith, 1998). Pada penelitian ini, ketiga formula *food bar* dibuat berdasarkan standar pangan darurat yang memang diharapkan bersifat mengenyangkan. Berdasarkan Tabel 4.6, kenyang akhir yang dihasilkan oleh ketiga formula *food bar* tidak berbeda nyata karena $p\text{-value} > 0,05$ ($p\text{-value}=0,798$). Perbedaan respon kenyang pada ketiga formula *food bar* sangat kecil sehingga dihasilkan nilai skala yang tidak beda nyata. Hal tersebut dapat berhubungan dengan penyebaran data respon yang diberikan.

Penyebaran data skala kenyang akhir dapat dilihat menggunakan *box plot*. Grafik ini dapat menunjukkan informasi tentang sebaran data yang ditentukan oleh IQR (*Inter Quartile Range*) berdasarkan panjang kotak. Semakin tinggi (vertikal) atau semakin lebar (horizontal) bidang IQR ini, menunjukkan data semakin menyebar (Junaidi, 2014). Distribusi data dikatakan simetris jika banyaknya data yang lebih kecil dari median sama atau hampir sama dengan banyaknya data di atas nilai median. Garis median berada di tengah (Sugiharto dan Siagian, 2006). Selain itu, panjang garis *whiskers* pada bagian atas dan bagian bawah akan memiliki panjang yang hampir sama jika data simetris (Junaidi, 2014). *Whiskers* menunjukkan nilai yang lebih rendah dan lebih tinggi dari kumpulan data yang berada dalam IQR. Grafik *box plot* kenyang ditunjukkan oleh Gambar 4.1.

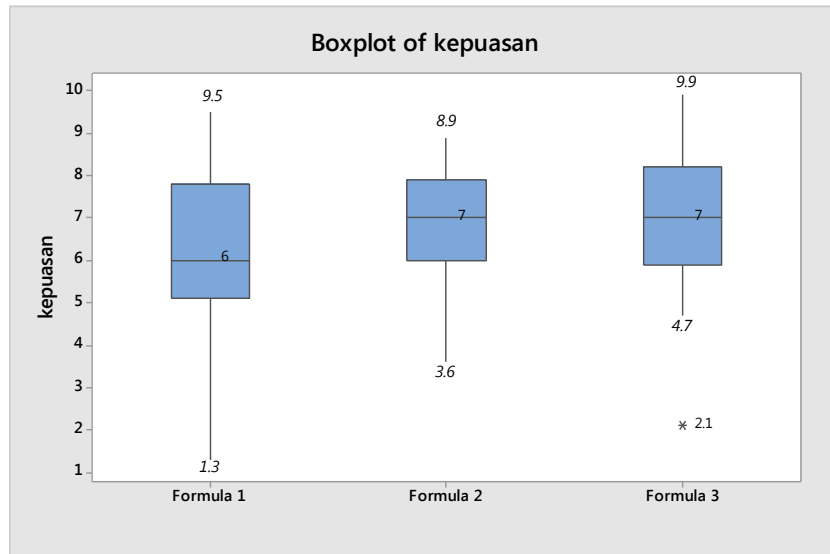


- Keterangan:
- a) garis tengah menunjukkan median
 - b) angka di atas dan di bawah garis *whiskers* menunjukkan nilai maksimum dan minimum
 - c) angka di luar garis *whiskers* menunjukkan nilai ekstrim

Gambar 1.1 *Box plot* rasa kenyang

Berdasarkan Gambar 4.1, Formula 3 memiliki nilai maksimum yang paling tinggi dan sebaran data paling besar. Selain itu, bentuknya relatif simetris karena garis median berada di tengah dan panjang garis *whiskers* hampir sama. Pada formula 2 dan formula 1 memiliki sebaran data yang lebih kecil dan kurang simetris. Pada formula 1 memiliki skala kenyang yang ekstrim (*outlier*) yaitu 2,1.

Pada variabel kepuasan berdasarkan Tabel 4.6, ketiga formula *food bar* menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata karena $p\text{-value} = 0,050$. Perbedaan kepuasan cukup tipis diantara ketiga formula karena memang memiliki komposisi dan rasa yang tidak jauh berbeda. Perbedaan yang cukup tipis tersebut dapat dilihat melalui penyebaran data dari respon ketiga formula. Penyebaran data secara singkat diilustrasikan pada Gambar 4.2.



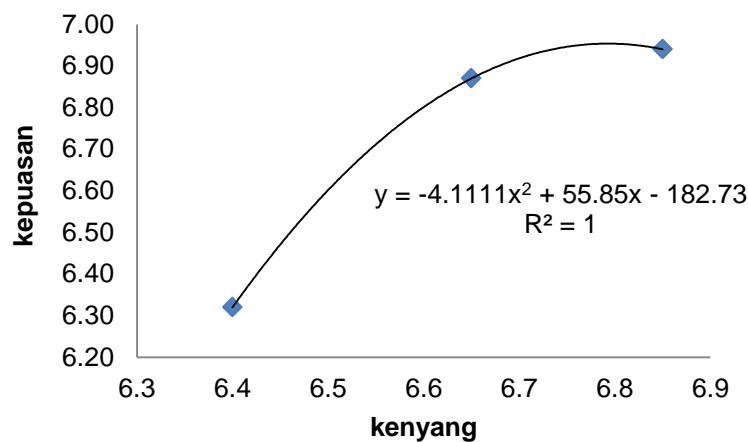
- Keterangan:
- a) garis tengah menunjukkan median
 - b) angka di atas dan di bawah garis *whiskers* menunjukkan nilai maksimum dan minimum
 - c) angka di luar garis *whiskers* menunjukkan nilai ekstrim

Gambar 1.2 Box plot kepuasan

Pada Gambar 4.2, formula 1 menunjukkan sebaran yang paling besar namun tidak simetris karena garis *whiskers* dan median cenderung kebawah. Terdapat data terendah yang ekstrim (*outlier*) pada formula 3 yaitu 2,1 namun skala kepuasan pada formula 3 paling tinggi diantara kedua formula lainnya. Formula 2 memiliki garis *whiskers* yang tidak sama panjang dan IQR yang pendek menunjukkan data tidak simetris dan sebarannya kecil. Ketiga formula menunjukkan panjang garis *whiskers* yang berbeda.

Makanan yang dimakan tidak hanya dipilih berdasarkan properti nutrisi, tetapi juga rasa makanan yang menjadi penentu yang paling kuat dalam memilih makanan, karena dari makanan didapatkan kesenangan (*pleasure*) dan penghargaan (*reward*). Hal ini merupakan salah satu trik alami untuk membantu makan makanan seimbang tanpa perlu tahu apapun tentang kandungan gizinya. Ekspektasi bisa sangat mempengaruhi apa yang dirasakan oleh indera kimiawi (*chemical sense*). Maka perasaan puas diperlukan untuk memenuhi ekspektasi setelah makan (Moller, 2015).

Variabel kepuasan merupakan respon mental yang dihasilkan dari sensasi kenyang (Karalus, 2011). Hal tersebut dapat diperkuat dengan melihat hubungan keduanya. Variabel X adalah kenyang yang akan mempengaruhi variabel Y yaitu kepuasan. Grafik hubungan antara kedua respon ditunjukkan oleh Gambar 4.3.



Gambar 1.3 Hubungan antara kenyang dengan kepuasan

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa sensasi kenyang memberikan pengaruh terhadap kepuasan panelis. Hal tersebut dapat dilihat pada koefisien determinasi yang bernilai 1. Nilai koefisien determinasi menunjukkan tingkat signifikansi atau kesesuaian hubungan antara variabel X dan variabel Y (Sinambela dkk, 2016). Selain itu, garis lengkung dan persamaan yang dihasilkan menunjukkan hubungan tidak linear model kuadratik. Hubungan antara dua peubah yang terdiri dari variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) akan memperoleh suatu kurva yang membentuk garis lengkung menaik atau menurun (Yusnandar, 2004).

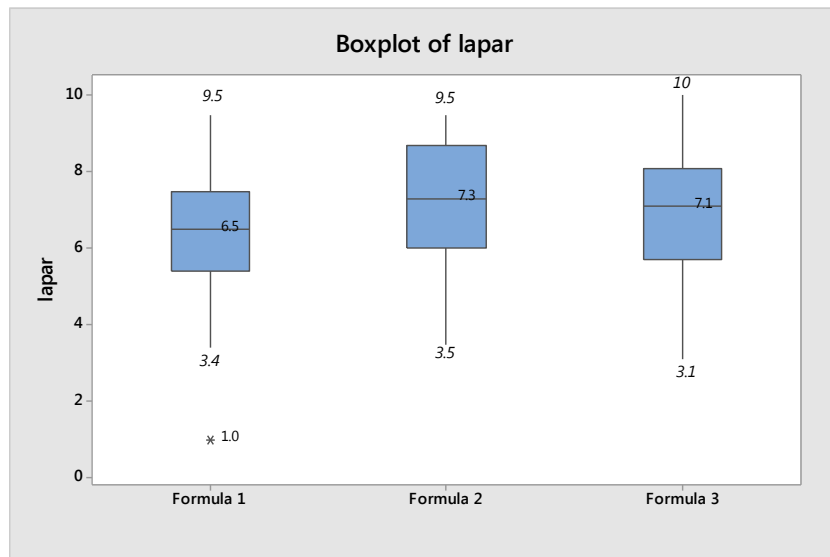
Perubahan pada respon kepuasan diikuti dengan perubahan yang tidak tetap pada respon kenyang. Ketidaktetapan respon tersebut dapat disebabkan karena perbedaan formula dan keadaan panelis. Berthoud (2008) menyatakan bahwa makanan yang mengenyangkan akan menghasilkan perasaan menghargai (*feeling of reward*) dan kepuasan. Namun sinyal dan mekanisme yang terkait sulit dipahami. Informasi dari usus selama makan, tidak hanya menyebabkan penurunan rasa lapar, meningkatkan rasa kenyang dan penghentian makan, tapi juga pada perasaan positif yang bermanfaat.

4.1.2.2 Lapar dan Keinginan Makan

Pada umumnya, nafsu makan digambarkan sebagai keinginan untuk makan, rasa lapar, dorongan untuk makan, dan/atau seberapa besar asupa makanan yang dapat dimakan (Leidy and Campbell. 2011). Sensasi yang dirasakan seperti kelelahan, kelemahan, kram perut, tremor, mudah tersinggung

dan sakit kepala merupakan penafsiran dari perasaan lapar (Fuhrman *et al.* 2010).

Berdasarkan Tabel 4.6, keadaan lapar dari ketiga formula tidak berbeda nyata karena $p\text{-value} > 0,05$ ($p\text{-value}=0,108$). Perbedaan yang cukup tipis tersebut dapat dilihat berdasarkan penyebaran datanya. Sebaran data kenyang ditunjukkan oleh Gambar 4.4.



- Keterangan:
- a) garis tengah menunjukkan median
 - b) angka di atas dan di bawah garis *whiskers* menunjukkan nilai maksimum dan minimum
 - c) angka di luar garis *whiskers* menunjukkan nilai ekstrim

Gambar 1.4 Box plot rasa lapar

Pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa formula 3 memiliki skala lapar maksimum yang paling besar sedangkan formula 2 memiliki sebaran data yang paling besar, namun keduanya kurang simetris karena garis *whiskers* lebih panjang kebawah. Pada formula 1, letak garis median berada di tengah dan garis *whiskers* sama panjang, namun terdapat skala rendah yang ekstrim (*outlier*) yaitu 1,0, sehingga data tidak bisa disebut data simetris.

Variabel keinginan makan merupakan variabel yang cukup berkaitan dengan rasa lapar. Berdasarkan Tabel 4.6, tingkat keinginan makan yang dihasilkan ketiga formula dinyatakan berbeda nyata karena $p\text{-value} < 0,05$ ($p\text{-value}=0,002$) sehingga perlu dilakukan uji lanjut menggunakan *Wilcoxon sign ranked* (Lampiran 10). Rerata tertinggi keinginan untuk makan sebelum mengkonsumsi *food bar* adalah pada formula 1, sedangkan yang terendah

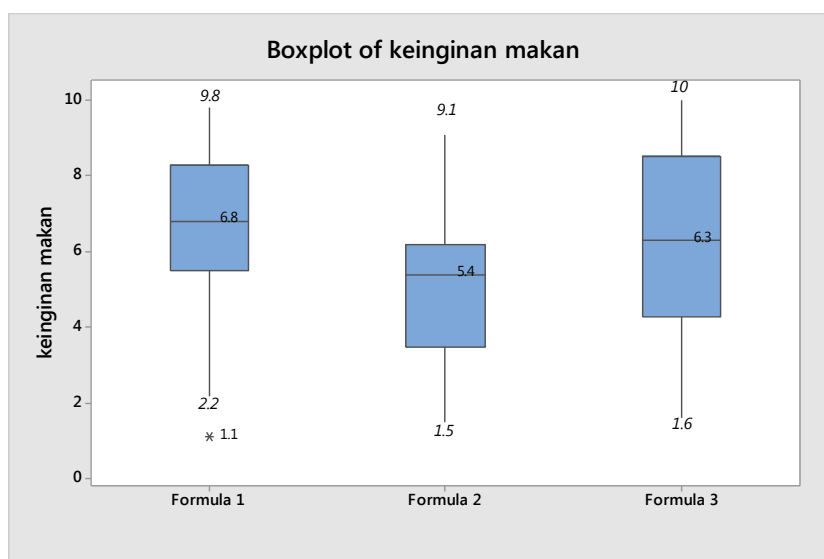
adalah formula 2. Pada Tabel 4.7, dapat dilihat hasil uji *Wilcoxon signed ranks* terhadap ketiga formula.

Tabel 1.7 Hasil uji *Wilcoxon signed ranks* keinginan makan

| Variabel | Formula | Sig. | Keterangan |
|-----------------------|-------------------------|-------|------------|
| Keinginan untuk makan | Formula 1 dan Formula 2 | 0,000 | Berbeda |
| | Formula 1 dan Formula 3 | 0,474 | Sama |
| | Formula 2 dan Formula 3 | 0,034 | Berbeda |

Keterangan : Beda nyata jika p-value < 0,05

Berdasarkan Tabel 4.7, perbedaan antar formula dilihat dari nilai sig., jika kurang dari 0,05 maka dinyatakan berbeda, namun jika lebih besar dari 0,05 dinyatakan sama. Notasi yang akan dimunculkan pada formula 1 dan formula 3 akan sama namun berbeda dengan formula 2. Secara singkat, penyebaran data keinginan makan ditunjukkan pada Gambar 4.5.



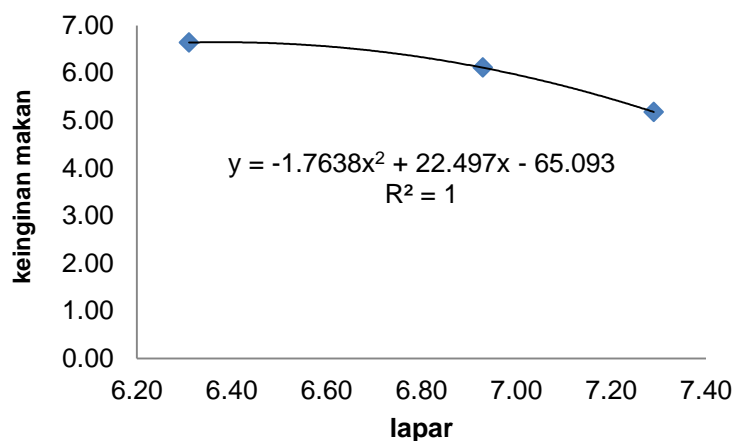
- Keterangan:
- a) garis tengah menunjukkan median
 - b) angka di atas dan di bawah garis *whiskers* menunjukkan nilai maksimum dan minimum
 - c) angka di luar garis *whiskers* menunjukkan nilai ekstrim

Gambar 1.5 Box plot keinginan untuk makan

Berdasarkan Gambar 4.5, formula 3 memiliki sebaran yang paling besar dan nilai maksimum paling tinggi. Garis median berada di tengah namun garis *whiskers* lebih pendek keatas, maka formula 3 tidak simetris. Pada formula 1

terdapat data terendah yang ekstrim (*outlier*) yaitu 1,1. Garis median formula 1 berada di tengah namun garis *whisker* tidak sama panjang, sedangkan formula 2 garis *whiskers* dan median lebih cenderung ke atas, sehingga keduanya juga dinyatakan tidak simetris.

Rasa lapar dan rasa kenyang sering dikaitkan dengan keinginan ke arah yang akan diantisipasi yaitu ketika rasa lapar meningkat, keinginan makan akan meningkat, sedangkan jika rasa kenyang meningkat, keinginan makan akan berkurang (Burger *et al.* 2011). Karalus (2011) menyatakan bahwa keinginan untuk makan merupakan deskripsi sensasi ketika sedang mengalami lapar. Hubungan antara dua variabel tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4.6.



Gambar 1.6 Hubungan antara keinginan makan dengan lapar

Pada Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa lapar memberikan pengaruh terhadap keinginan makan panelis. Hal tersebut dilihat dari koefisien determinasi yang bernilai 1. Garis melengkung dan persamaan yang dihasilkan menunjukkan hubungan yang tidak linear model kuadratik. Perubahan pada respon keinginan makan diikuti dengan perubahan yang tidak tetap pada respon lapar. Respon yang tidak tetap tersebut dapat disebabkan oleh keadaan panelis. Ciampolini *et al.* (2013) memaparkan, terdapat dua tanda mengenali lapar secara fisik. Pertama adanya kontraksi dari perut dan usus yang dipacu oleh hormone somatostatin dan motilin. Hal tersebut dinamakan *Empty Hollow Sensation* (EHS). Kedua, timbulnya indikasi kelemahan (*inanition*). Tanda ini menunjukkan perlunya nutrisi. Kedua hal tersebut berbeda dengan keinginan makan. Keinginan makan merupakan tanda psikologis seseorang ingin makan.

Keinginan untuk makan mungkin terjadi tanpa adanya kelaparan, tapi kelaparan sendiri merupakan keadaan kesiapan fisiologis untuk dicerna. Berdasarkan penelitian Burger *et al.* (2011), keinginan untuk makan berkorelasi positif dengan indeks massa tubuh.

4.1.2.3 Indeks (Penambahan) Kenyang

Indeks (penambahan) kenyang didapat dari selisih antara variabel kenyang akhir dengan variabel lapar. Variabel ini bertujuan untuk memperjelas tingkat kenyang yang dihasilkan oleh ketiga formula *food bar*. Selain itu, kondisi lapar yang dirasakan oleh tiap individu berbeda beda walaupun pada akhirnya dapat memberikan efek kenyang yang hampir sama. Maka perbedaan tingkat kenyang dapat dilihat lebih jelas dari penambahan kenyang yang dihasilkan. Tabel 4.8 menunjukkan beda nyata penambahan kenyang pada tiap formula.

Tabel 1.8 Variabel respon penambahan kenyang

| Variabel | Formula | Rata-rata | p-value | Keterangan |
|--------------------|---------|-------------|---------|------------|
| Penambahan kenyang | 1 | 2,71 ± 0,36 | 0,003 | Beda nyata |
| | 2 | 3,95 ± 0,35 | | |
| | 3 | 3,77 ± 0,33 | | |

Keterangan: a) Data disajikan sebagai rerata ± SE
b) Beda nyata jika p-value < 0,05
c) Rata-rata semakin besar, penambahan kenyang semakin besar

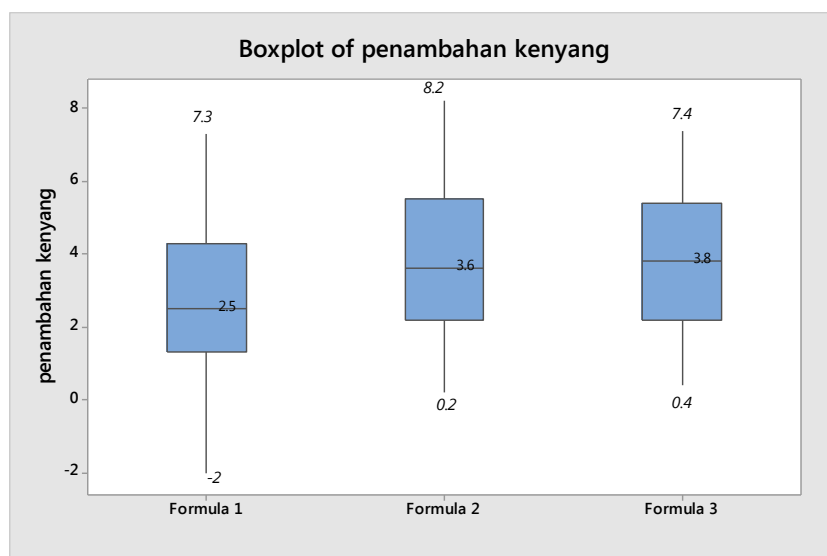
Berdasarkan Tabel 4.8 penambahan kenyang *food bar* yang dihasilkan berbeda nyata karena p-value < 0,005 (p-value=0,003). Formula 2 memiliki rerata penambahan kenyang tertinggi. Secara umum penambahan kenyang dapat disebabkan karena kandungan protein daripada kandungan karbohidrat dan lemak, namun energi yang dihasilkan lebih kecil. Peningkatan kenyang dari protein telah diamati dalam satu kali makan dan lebih dari 24 jam (Jones *et al.*, 2008). Hasil p-value yang berbeda nyata selanjutnya dilakukan uji lanjut yaitu uji *Wilcoxon Signed Ranks*. Perbedaan antar formula tidak dinyatakan dalam notasi tetapi dalam nilai Sig. Pada Tabel 4.9.

Tabel 1.9 Hasil uji *Wilcoxon Signed Ranks* penambahan kenyang

| Variabel | Formula | Sig. | Keterangan |
|--------------------|-------------------------|-------|------------|
| Penambahan kenyang | Formula 1 dan Formula 2 | 0,008 | Berbeda |
| | Formula 1 dan Formula 3 | 0,013 | Berbeda |
| | Formula 2 dan Formula 3 | 0,729 | Sama |

Keterangan: Beda nyata jika *p-value* < 0,05

Berdasarkan Tabel 4.9, perbedaan formula dilihat dari nilai sig., jika kurang dari 0,05 maka dinyatakan berbeda, namun jika lebih besar dari 0,05 dinyatakan sama. Pada formula 2 dibandingkan dengan formula 3 didapatkan nilai sig. lebih besar dari 0,05. Maka notasi yang akan dimunculkan pada formula 2 dan formula 3 akan sama namun keduanya berbeda dengan formula 1. Formula 1 memiliki kandungan *grits* kacang komak lebih banyak dan kadar protein yang lebih kecil diantara ketiga formula. Secara singkat, penyebaran data penambahan kenyang ditunjukkan oleh Gambar 4.7.



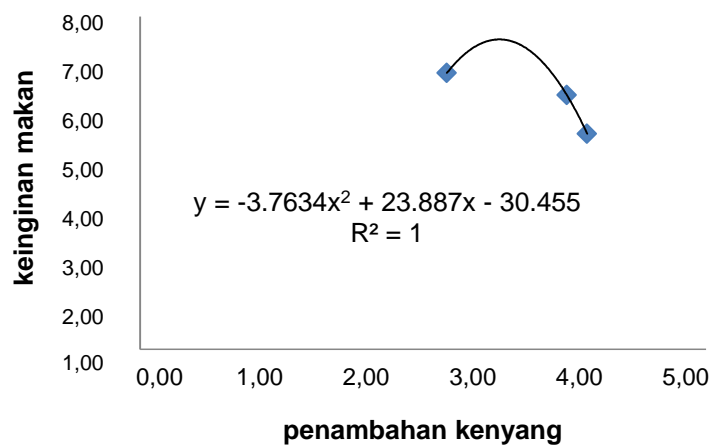
- Keterangan:
- a) garis tengah menunjukkan median
 - b) angka di atas dan di bawah garis *whiskers* menunjukkan nilai maksimum dan minimum
 - c) angka di luar garis *whiskers* menunjukkan nilai ekstrim

Gambar 1.7 Box plot penambahan kenyang

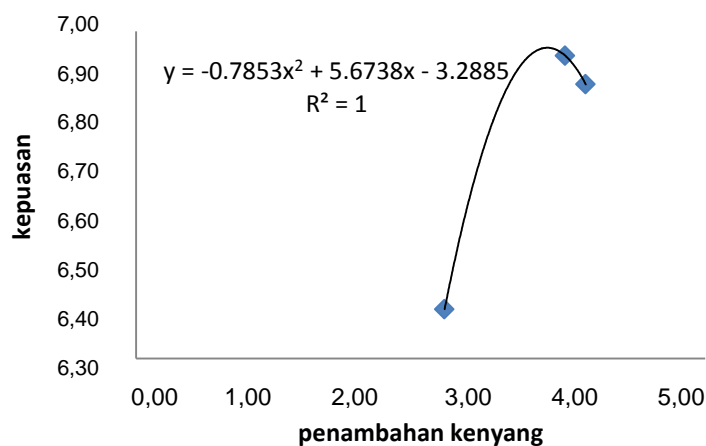
Pada Gambar 4.7, menunjukkan formula 2 memiliki skala penambahan kenyang yang relatif tinggi dan penyebaran data yang cukup besar. Pada formula 3, data cukup simetris, namun pada formula 2 dan formula 1 tidak simetris. Nilai

median cenderung ke bawah. Tidak terdapat data yang ekstrim (*outlier*) dari ketiga formula. Formula 1 memiliki garis *whiskers* minimum lebih rendah daripada kedua formula lainnya, sedangkan formula 2 memiliki garis *whiskers* maksimum lebih tinggi daripada kedua formula lainnya.

Pada hubungan sebelumnya, antara respon kenyang dengan respon kepuasan, dan antara respon lapar dengan respon keinginan makan menghasilkan hubungan yang tidak linear. Penambahan kenyang yang merupakan selisih respon kenyang dengan respon lapar dihubungkan dengan respon keinginan makan dan kepuasan. Hubungan diantaranya ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9



Gambar 1.8 Hubungan antara penambahan kenyang dan keinginan makan



Gambar 1.9 Hubungan antara penambahan kenyang dan kepuasan

Pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa keinginan makan dan kepuasan panelis dipengaruhi oleh penambahan kenyang. Hubungan tersebut dapat dilihat pada koefisien determinasi yang bernilai 1. Garis lengkung dan persamaan pada gambar menunjukkan hubungan yang tidak linear model kuadratik. Perubahan pada respon keinginan makan dan kepuasan diikuti dengan perubahan yang tidak tetap pada respon penambahan kenyang. Berdasarkan pada penelitian Kleef *et al.* (2012), menunjukkan bahwa keinginan makan dapat meningkat jika terdapat variasi dalam makanan, bahkan ketika komposisi makanan dikontrol pada bagian tekstur, densitas energi, dan rasa. Hal tersebut dapat disebabkan karena efek kenyang sensoris. Ketika hal tersebut terjadi maka sinyal kenyang biologis data diabaikan. Penurunan keinginan makan tersebut dapat disebabkan karena tidak ada variasi makanan yang diberikan selama pengujian. Kepuasan makan merupakan kunci dari perilaku makan. Saat makan, seseorang akan berespektasi tentang makanan tersebut. Walaupun perilaku makannya terkontrol dengan baik, seseorang cenderung menanyakan apakah bisa diganti dengan makanan lain jika ia sampai pada titik ketidakpuasan (Moller, 2015).

4.1.3 Korelasi Variabel Respon Kenyang dengan Makronutrien

Rasa, palatabilitas, tekstur, dan kandungan makronutrien merupakan semua faktor yang berkaitan dengan dampak nafsu makan pada produk pangan, sedangkan jumlah makanan yang tertelan akan mempengaruhi tingkat kenyang saat makan dan durasi sampai waktu makan selanjutnya. Kandungan makronutrien seperti karbohidrat, serat makanan, protein dan lemak memberikan potensi kenyang produk makanan. Serat makanan dan protein tampaknya mewakili dua makronutrien paling ampuh untuk mendorong respon terhadap kenyang. Perbedaan respon tersebut disebabkan karena setiap makronutrien memiliki struktur mikro yang sangat berbeda dan kompleks (Jakobsen, 2015).

Berdasarkan penjabaran tersebut, maka dilakukan analisis data mengenai hubungan setiap makronutrien dengan kenyang yang diberikan pada ketiga formula *food bar* (**Lampiran 11**). Analisa yang digunakan untuk mengetahui hubungan tersebut adalah *Spearman rho*. Data yang telah dianalisa korelasinya akan menghasilkan nilai koefisien korelasi (r) dan p -value. Jika nilai koefisien korelasi lebih besar dari nilai kritis maka korelasi yang terjadi signifikan. Penelitian ini melibatkan 31 orang panelis, maka besar nilai kritis untuk $\alpha = 0,05$

adalah 0,356 (Zar, 1972). Hubungan respon kenyang dengan makronutrien dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 1.10 Hubungan makronutrien dan respon kenyang

| Makronutrien | Spearman rho | Sig. | Nilai kritis | Jumlah panelis |
|--------------|--------------|-------|--------------|----------------|
| Protein | 0,254 | 0,018 | 0,356 | 31 orang |
| Lemak | -0,245 | 0,018 | | |
| Karbohidrat | -0,245 | 0,018 | | |
| Kalori | -0,245 | 0,018 | | |
| Serat | -0,245 | 0,018 | | |

Keterangan: a) nilai sig. < 0,05 menunjukkan terdapat hubungan
b) tanda negatif menunjukkan hubungan yang negatif

Berdasarkan Tabel 4.10, terdapat hubungan yang positif antara penambahan kenyang dengan protein karena sig. < 0,05 (sig.=0,018). Namun hasil koefisien korelasi ($r=0,254$) lebih kecil daripada r tabel (0,356) sehingga korelasi tidak signifikan. Jika ditinjau dari hirarki makronutrien yang menimbulkan kenyang, secara berurutan yang paling meningkatkan kenyang adalah protein, karbohidrat dan lemak. Namun, belum ada data konsensus yang jelas terkait hirarki kenyang antara karbohidrat dan lemak (Gerstein, 2004). Efek kenyang yang disebabkan oleh protein disebut dengan teori asam amino yang menunjukkan bahwa efek kenyang protein disebabkan oleh peningkatan konsentrasi asam amino plasma setelah konsumsi protein. Konsentrasi asam amino plasma akan menstimulasi efek sekresi sinyal kenyang termasuk CCK (*Cholecystokinin*), GLP-1 (*Glucagon like peptide*), dan PYY (*Peptide YY*) (Greco *et al.*, 2017). Dosis memainkan peran penting dalam durasi kenyang yang ditimbulkan oleh protein. Dilaporkan 20 g protein whey mampu menekan asupan makanan hingga 30 menit kemudian. Namun sampai saat ini, sebagian besar literatur hanya membahas terkait dengan *satiety* dan sedikit perhatian diberikan pada *satiation* (Samra *et al.*, 2011)

Kadar karbohidrat, lemak, serat, dan kalori yang dihubungkan dengan penambahan kenyang pada Tabel 4.10 dinyatakan berkorelasi negatif karena sig. < 0,05 (sig.=0,018). Nilai koefisien korelasi yang didapatkan adalah -0,245. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai kritis, sehingga hubungan diantaranya tidak signifikan.

Karbohidrat memberikan sebagian besar energi harian dan dikonsumsi dalam berbagai bentuk, termasuk karbohidrat kompleks (Poppit *et al.*, 1998).

Karbohidrat kompleks memiliki 2 jenis ikatan kimia yaitu pati dan serat pangan. Pati merupakan polisakarida yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Amilosa lebih sulit dicerna dibanding dengan amilopektin. Perubahan struktur pada pati dikaitkan dengan perubahan potensi kenyang, seperti gelatinisasi, dekstrinisasi dan retrogradasi. Selain itu, serat juga memainkan peranan dalam meningkatkan kesehatan manusia seperti merangsang motilitas usus dan memperpanjang kenyang (Jakobsen, 2015). Tingkat kenyang akan lebih tinggi secara signifikan (diambil 2,5 jam setelah sarapan uji) setelahnya mengonsumsi serat tinggi (12 gram) dibandingkan serat rendah (3 gram). Serat yang dapat meningkatkan kenyang juga perlu diperhatikan bentuk seratnya. Serat tak larut tampak meningkatkan kenyang sampai batas yang lebih tinggi dari pada serat larut (Karalus, 2011).

Makanan berlemak tinggi memiliki efek lemah terhadap satiation dan satiety dibandingkan dengan sukrosa (Gerstein, 2004). Lemak memiliki tingkat pencernaan dan efek yang berbeda pada kenyang dibandingkan dengan karbohidrat. Lemak kurang efektif dibanding karbohidrat sederhana dalam menekan keinginan makan dan meningkatkan kenyang. Karbohidrat dapat dipecah jauh lebih cepat daripada lemak karena lemak memiliki kepadatan energi yang lebih tinggi, sehingga konsumsi kalori lebih banyak. Karbohidrat kurang memiliki kepadatan energi sehingga menyebabkan peningkatan kenyang dibanding lemak, namun lebih cepat mengalami penurunan asupan kalori sampai waktu makan selanjutnya. Protein memiliki efek lebih besar daripada karbohidrat pada peningkatan satiation namun jumlah protein yang dibutuhkan tidak diketahui (Gale, 2014).

Jumlah kalori yang sama belum tentu menghasilkan respon kenyang yang sama. Hal tersebut dikarenakan kandungan makronutrien yang berbeda. Sumbangsih kalori terbesar biasanya dari karbohidrat dan lemak. Menurut *Department Of Health And Human Service USA* (2017), jumlah kalori berhubungan dengan densitas kalori. Makanan dengan densitas energi yang rendah akan memberikan sedikit kalori per gram daripada makanan dengan densitas energi yang tinggi, sehingga pada jumlah yang sama seseorang dapat mengonsumsi pada porsi yang lebih besar pada makanan dengan densitas energi yang rendah. Secara umum, makanan yang lebih rendah densitas energinya mengandung banyak air dan serat, namun sedikit lemak. Diet rendah

kepadatan energi membantu seseorang menurunkan asupan kalori dan menjaga perasaan lapar dan kenyang mereka.

Berdasarkan penelitian Wooley *et al.* (1972), terdapat hubungan yang jelas antara tingkat lapar dengan penilaian kalori (*caloric judgment*). Penilaian kalori merupakan pelabelan pada kalori tanpa memikirkan benar/salahnya jumlah kalori. Seseorang yang percaya makanan yang dikonsumsi berkalori rendah padahal sebenarnya berkalori tinggi memiliki tingkat lapar yang sama ketika mengonsumsi makanan berkalori rendah yang sebenarnya, dan sebaliknya. Kandungan kalori justru memiliki efek yang kecil terhadap tingkat lapar seseorang.

Hubungan yang dihasilkan antara respon kenyang dengan makronutrien beberapa tidak sesuai dengan teori yang ada. Hal tersebut dapat disebabkan kandungan makronutrien bukan satu-satunya yang dapat mempengaruhi respon kenyang. Adapun selain makronutrien, beberapa faktor juga mempengaruhi respon kenyang. Menurut Yin *et al.* (2017) cita rasa yang dapat terdiri dari aroma dan rasa, telah terbukti dapat meningkatkan sensasi kenyang dan menekan sensasi lapar. Senyawa volatil dapat mencapai epitel penciuman melalui dua rute yaitu pengiriman oronasal atau pengiriman retronasal. Penyegaran bau oronasal mungkin terkait dengan identifikasi dan antisipasi pemberian makanan sedangkan pemberian aroma retronasal biasanya dikaitkan dengan persepsi rasa makanan selama makan. Pengalaman indera makanan dari penilaian visual makanan, penciuman, rasa dan tekstur juga sebagai penentu penambahan kenyang dan sering dikaitkan dengan respon hedonik positif. Pengalaman indra makan melebihi faktor palatabilitas (McCrickerd *and* Forde, 2015).

Chambers *et al.* (2015) memaparkan bahwa sebelum makanan tiba di usus, sinyal sensoris yang dihasilkan oleh penglihatan, bau makanan, dan pengalaman oro-sensoris makanan di rongga mulut akan mempengaruhi rasa kenyang dan keputusan untuk makan pada periode selanjutnya. Pemilihan makanan dan minuman, motivasi untuk mengonsumsi, preferensi individu dan asupan kalori merupakan bagian dari nafsu makan (*appetite*). Nafsu makan diatur oleh dua perasaan yaitu kenyang dan lapar. Kedua indikasi ini juga diatur oleh beberapa faktor fisikokimia makanan yaitu kepadatan energi, berat, volume, komposisi makronutrien, katabolisme, ukuran partikel dan soliditas, serta karakteristik indrawi seperti palatabilitas, rasa, bau, dan penampilan (Sinopoulou, 2015).

4.6 Penentuan Formula Terbaik

Metode yang digunakan dalam pemilihan formula terbaik adalah *multiple attribute* (Zeleny, 1982). Penentuan formula dipilih berdasarkan standar persyaratan rekomendasi *food bar* dan variabel respon kenyang yang berpengaruh terhadap tingkat kekenyangan *food bar*. Parameter yang berperan dalam penentuan formula terbaik adalah respon kenyang, respon lapar, respon keinginan makan, respon kepuasan, dan respon indeks (penambahan) kenyang, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar lemak, kadar serat, dan kalori. Minimum dan maksimum nilai ideal dari perlakuan terbaik merupakan nilai yang sesuai dengan pengharapan. Parameter dan nilai ideal tersebut ditentukan berdasarkan korelasi yang dihasilkan. Perhitungan formulasi terbaik secara lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 12**. Peringkat formulasi terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 1.11 Hasil formulasi terbaik

| Perlakuan | Nilai | | | | Rank |
|------------------|-------|-------|-------|--------|------|
| | L1 | L2 | Lmax | Hasil | |
| Formula 1 | 0.027 | 0.007 | 0.029 | 0.0635 | 3 |
| Formula 2 | 0.026 | 0.000 | 0.029 | 0.0559 | 1 |
| Formula 3 | 0.029 | 0.001 | 0.029 | 0.0604 | 2 |

Berdasarkan Tabel 4.11, formulasi terbaik didapatkan oleh formula 2, selanjutnya formula 3 dan yang terakhir adalah formula 1. Pada formula 2, persentase kacang kedelai lebih mendominasi daripada persentase kacang komak yaitu masing-masing 26,1% dan 15,9%. Selain itu, kandungan bahan lain yaitu 8% margarin, 13% madu, dan 12% gula merah. Formula 1 didominasi kacang komak dan formula 3 memiliki persentase yang seimbang diantara keduanya. Karakteristik kimia dan tingkat kenyang *food bar* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 1.12 Karakteristik formula terbaik food bar

| Karakteristik kimia | Jumlah |
|--------------------------------------|---------------|
| Kadar air (%) | 7,18 ± 0,51 |
| Kadar abu (%) | 2,67 ± 0,14 |
| Kadar protein (%) | 13,07 ± 0,36 |
| Kadar lemak (%) | 19,00 ± 0,04 |
| Kadar karbohidrat (%) | 58,080 ± 0,33 |
| Kadar serat (%) | 3,14 ± 0,11 |
| Kalori (kkal/50 g) | 227,80 ± 1,11 |
| Karakteristik tingkat kenyang | Jumlah |
| Rasa kenyang panelis | 6,65 ± 0,25 |
| Rasa lapar panelis | 7,29 ± 0,28 |
| Keinginan untuk makan | 5,18 ± 0,33 |
| Kepuasan | 6,87 ± 0,23 |
| Indeks (penambahan) kenyang | 3,95 ± 0,35 |

Karakteristik kimia pada *food bar* yaitu memiliki kadar protein yang tinggi diantara ketiga jenis formula, sedangkan kalori, kadar lemak, kadar seratnya rendah. Pada karakteristik tingkat kenyang, indeks (penambahan) kenyang memiliki skala yang paling tinggi diantara ketiga formula. Selain itu tingkat kepuasannya juga tergolong memiliki skala yang tinggi.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengujian kimia pada komponen protein, karbohidrat, dan serat berbeda nyata. Diantara ketiga formula, formula 2 yang paling memenuhi syarat jika ditinjau dari rekomendasi standar persyaratan food bar, dengan persentase didominasi oleh *grits* kacang kedelai hitam. Hasil yang didapatkan yaitu 7,18% air, 2,67% abu, 13,07% protein, 19,00% lemak, dan 58,08% karbohidrat.
2. Pada pengujian tingkat kenyang didapatkan hasil variabel respon kenyang, respon lapar, dan respon kepuasan yang tidak berbeda nyata, sedangkan pada variabel respon keinginan makan dan penambahan kenyang berbeda nyata. Kenyang berpengaruh terhadap kepuasan, sedangkan lapar berpengaruh terhadap keinginan makan. Penambahan kenyang berpengaruh terhadap kepuasan dan keinginan makan. Pada makronutrien, respon kenyang berkorelasi positif dengan kadar protein. Namun berkorelasi negatif dengan kadar karbohidrat, lemak, serat, dan kalori.
3. Formula terbaik didapatkan oleh formula 2. Persentase kacang kedelai hitam dan kacang komak masing-masing yaitu 26,1% dan 15,9%. Selain itu, kandungan bahan lain yaitu 8% margarin, 13% madu, dan 12% gula merah.

5.2 Saran

1. Pemenuhan kalori produk perlu diperhatikan lebih dalam proses pembuatan dan karakteristik bahan agar resiko berkurangnya nutrisi dapat diminimalkan.
2. Efek kenyang dari makanan pengganjal lapar dalam satu waktu (*satiation*) dapat diperkuat hasilnya oleh efek kenyang berbanding waktu (*satiety*).
3. Makronutrien merupakan salah satu faktor dalam menentukan tingkat kenyang, perlu ada pembuktian dengan pengujian klinis seperti pengujian hormon kenyang (PYY, GLP-1, dan ghrelin).

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi, O.R. 2012. **Cost and Quality Optimization of a Weaning Diet from Plant Protein, Corn Flour and Groundnut Using a Computer-aided Linear Programming Model**. International Journal of Agriculture and Forestry Volume 2 (1): 41-45
- Adie, M.M. dan Krisnawati, A. 2012. **Kedelai Hitam: Varietas, Kandungan Gizi dan Prospek Bahan Baku Industri**. Seminar Badan Litbang Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian
- Agbaje, R., Hassan, C.Z., Norlelawati, A., Abdul, R.A., and Huda-Faujan, N. 2016. **Development and Physico-chemical Analysis of Granola Formulated with Puffed Glutinous Rice and Selected Dried Sunnah Foods**. International Food Research Journal Volume 23 (2): 498-506
- Almatsier, Sunita. 2009. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Alogbaoso, S.O., Nwosu, J.N., Njoku, N.E., Umelo, M.C., Eluchie, C., and Agunwa, L.M. 2015. **Effect Of Processing On The Nutritional And Anti Nutritional Properties Of Canavalia Plagiosperma Piper Seeds**. European Journal of Food Science and Technology Volume 3 (3): 45-69
- Angelia, I. O. 2016. **Analisis Kadar Lemak Pada Tepung Ampas Kelapa**. Jtech 4 (1): 19-23
- Angrahini, S. 2007. **Pengaruh Lama Pengecambahan Terhadap Kandungan α -Tokoferol dan Senyawa Proksimat Kecambah kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.)**. Jurnal Agritech Volume 27 (4): 152-157
- Ariani, M. 2005. **Penawaran dan Permintaan Komoditas Kacang-kacangan dan Umbi-umbian di Indonesia**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian
- Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. 2005. **Official Methods of Analysis (18 Edn)**. Association of Official Analytical Chemist Inc. Mayland. USA.
- Avianty, S. dan Ayustaningwarno, F. 2014. **Indeks Glikemik Snack Bar Ubi Jalar Kedelai Hitam sebagai Alternatif Makanan Selingan Penderita Diabetes Melitus Tipe 2**. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan Volume 2 (2): 98-102
- Ayustaningwarno, F. 2014. **Teknologi Pangan Teori Praktis dan Aplikasi**. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2011. **Pengawasan Klaim dalam Label dan Iklan Pangan Olahan Nomor HK.03.1.23.11.11.09909**. Badan Pengawas Obat dan Makanan RI
- Badan Litbang Pertanian. 2012. **Kedelai Hitam: Potensi Bahan Baku Industri**. Dilihat tanggal 4 Januari 2018
<http://www.litbang.pertanian.go.id/berita/one/1175/>

- Basri. 2015. **Petunjuk Teknis Tata Laksana Uji Organoleptik Nasi**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh. Banda Aceh
- Bellisle, F., Drewnowski A., Anderson G.H., Plantenga M. W., and Martin C.K. 2012. **Sweetness, Satiety, and Satiety**. The Journal of Nutrition as doi: 10.3945/jn.111.149583.
- Benelam, B. 2009. **Introduction to Satiety and Satiety**. British Nutrition Foundation. United Kingdom
- Berthoud, H. R. 2008. **Vagal and Hormonal Gut–Brain Communication: From Satiety to Satisfaction**. National Institute of Health Public Access Volume 20 (01): 64–72
- Blundell, J., Graaf, C. D., Hulshof, T., Jebb, S., Livingstone, B., Luch, A., Mela, D., Salah, S. 2010. **Appetite Control: Methodological Aspects of The Evaluation of Foods**. Journal of Europe PMC Funders Group Volume 11 (3): 251-270
- Blundell, J. E. and Bellisle, F. 2013. **Satiety, Satiety, and Control of Food Intake**. Woodhead Publishing. United Kingdom
- Brum, J.M, Gibb R.D., Peters J.C., and Mattes, R.D. 2016. **Satiety Effects of Psyllium in Healthy Volunteers**. Journal Appetite Elsevier Volume 105: 27-28
- Burger, K. S., Cornier M. A., Ingebrigtsen, J., Johnson, S. L. 2011. **Assessing Food Appeal and Desire to Eat: The Effects of Portion Size & Energy Density**. Bio Med Central International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity Volume 8: 101-109
- Carella, H. 2016. **Formulasi Food Bar Sebagai Snack Bagi Penderita Diabetes Mellitus Berbahan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L. poir*) Dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) Pratanak Dilihat Dari Kadar Amilosa Dan Gula Reduksi**. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Chambers, L., McCrickerd, K. and Yeomans M.R. 2015. **Optimising Food for Satiety**. Trends in Food Science and Technology Volume 41: 149-160
- Ciampolini, M., Lovell-Smith, H. D., Kenealy, T., Bianchi, R. 2013. **Hunger Can be Taught: Hunger Recognition Regulates Eating and Improves Energy Balance**. International Journal of General Medicine Volume 6: 465–478
- Darmawan, S., Dan Agustarini, R. 2017. **Penurunan Kadar Air Madu Hutan Alam Sumbawa**. Prosiding Seminar Nasional Peranan Hasil Litbang HHBK Dalam Mendukung Pembangunan Kehutanan pp. 312-321
- Department Of Health And Human Service USA. 2017. **Food Service Guideline for Federal Facilities**. Dilihat pada tanggal 5 Januari 2018 https://www.cdc.gov/obesity/downloads/guidelines_for_federal_concessions_and_vending_operations.pdf

- Dimiyati, T.T. 1992. **Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan**. Sinar Baru. Bandung
- Ekafitri, R. dan Isworo, R. 2014. **Pemanfaatan Kacang-Kacangan sebagai Bahan Baku Sumber Protein untuk Pangan Darurat**. Artikel Pangan LIPI Volume 23 (2): 134-145
- Fajri, R., Basito, dan Muhammad, D. R. A. 2013. **Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Food Bars Labu Kuning dengan Penambahan Tepung Kedelai dan Tepung Kacang Hijau sebagai Alternatif Produk Pangan Darurat**. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian Volume 6 (2): 103-110
- Flint, A., Raben A., Blundell, J.E, As, A. 2000. **Reproducibility, Power and Validity of Visual Analogue Scales in Assessment of Appetite Sensations in Single Test Meal Studies**. International Journal of Obesity Volume 24 (1): 38-48
- Fridawanti, A. P. 2016. **Hubungan Antara Asupan Energi, Karbohidrat, Protein, dan Lemak terhadap Obesitas Sentral pada Orang Dewasa di Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Yogyakarta**. Skripsi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta
- Fuhrman, J., Sarter, B., Glaser, D., Acocella, S. 2010. **Changing Perceptions of Hunger on A High Nutrient Density Diet**. Bio Med Central Nutrition Journal Volume 9 (51): 1-13
- Galey, M. R. 2014. **Analysis of How a Carbohydrate or Protein Breakfast Influences Caloric Intake at Lunch**. Thesis. University of Arkansas. United States of America
- Gatot, S.A.F. dan Utomo, J.S. 2002. **Optimasi Pengupasan Biji Komak dengan Alat Pengupas Tipe Abrasiv**. Jurnal Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Gerstein, D. E., Lopez, G. W., Evans, A. E., Kelskey, K., Fewnowski, A. D. 2004. **Clarifying Concepts about Macronutrients Effect on Satiation and Satiety**. Journal of The American Dietetic Association. Volume 104: 1151-1153
- Gould. 2001. **Information Point: Visual Analogue Scale (VAS)**. Journal of Clinical Nursing Volume 10: 697-706
- Greco, E., Winqvist, A., Lee, T. J., Collins, S., dan Lebovic, Z. 2017. **The Role of Source of Protein in Regulation of Food Intake, Satiety, Body Weight and Body Composition**. MedCrave Journal of Nutritional Health and Food Engineering Volume 6 (6): 1-9
- Halimah, S. 2011. **Pembuatan Makanan Padat (Food bars) Berbasis Tepung Pisang Kepok dan Tepung Kecambah Kacang Kacang Komak (Kajian Rasio Tepung dan Proporsi CMC)**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang

- Haliza, W., Purwani, E.Y., dan Thahir, R. 2007. **Pemanfaatan Kacang-kacangan Lokal Sebagai substitusi Bahan Baku Tempe dan Tahu**. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Volume 3: 1-8
- Harnani, S. 2009. **Studi Karakteristik Fisikokimia dan Kapasitas Antioksidan Tepung Tempe Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet)**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hartoyo, A., Muchtadi, D., Astawan, M., Dahrulsyah, dan Winarto, A. 2011. **Pengaruh Ekstrak Protein Kacang Komak (*Lablab Purpureus* (L.) Sweet) pada Kadar Glukosa dan Profil Lipida Serum Tikus Diabetes**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Volume 22 (1): 58-63
- Hasanah, S. Z. 2016. **Pengaruh Perbandingan Gula Merah Cair dan Nira Terhadap Karakteristik Gula Semut (Palm Sugar)**. Skripsi. Universitas Pasundan. Bandung
- Hayes, J. E., Allen, A. L., Bennet, S. M. 2013. **Direct Comparison of The Generalized Visual Analog Scale (GVAS) and General Labeled Magnitude Scale (GLMS)**. US National Library of Medicine Journal Volume 28(1): 36–44
- Heryani, H. 2016. **Keutamaan Gula Aren dan Strategi Pengembangan Produk**. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin
- Hosseini, S. Ahmed, R., Bhowmick, S., Almamun, A., Hashimoto, M. 2016. **Proximate Composition and Fatty Acid Analysis of *Lablab purpureus* (L.) Legume Seed: Implicates to Both Protein and Essential Fatty Acid Supplementation**. US National Library of Medicine Volume 5 (1): 1899-1905
- Ibna, R. 2014. **Optimalisasi Kasus Pemrograman Linear dengan Metode Grafik dan Simpleks**. Jurnal MSA Volume 2 (1): 1-8
- Indarti, E., Arpi, N., dan Budijanto, S. 2013. **Kajian Pembuatan Cokelat Batang dengan Metode Tempering dan Tanpa Tempering**. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia Volume 5 (1): 1-6
- IOM (Institute of Medicine). 2005. **Estimated Mean per Capita Energy Requirements for Planning Energy Food and Rations**. National Academy Press, Washington, DC
- Jakobsen, L. M. A. 2015. **Relation Between Food Structure and Induced Satiety, Macronutrient Uptake and Health**. Denmark Department of Food Science
- Jones, D. P., Westman, E., Mattes, R. D., Wolfe, R. R., Plantangan, M. W. 2008. **Protein, Weight Management, and Satiety**. The American Journal of Clinical Nutrition Volume 87 (5): 15585-15615
- Junaidi. 2010. **Statistika Non-Parametrik**. Dilihat tanggal 4 Januari 2018 http://repository.unja.ac.id/114/1/non-parametrik_junaidi2010.pdf

- Junaidi. 2014. **Deskripsi Data Melalui Box-Plot**. Dilihat tanggal 4 Januari 2018 <http://repository.unja.ac.id/118/1/boxplot.pdf>
- Kania, W., Andriani, M.M.A., dan Siswanti. 2015. **Pengaruh Variasi Rasio Bahan Pengikat Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Granul Minuman Fungsional Instan Kecambah Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L.) sweet)**. Jurnal Teknosains Pangan Volume 4 (3): 16-29
- Karalus, M. B. 2011. **The Creation and Testing of a Scale to Measure the Subjective Experiences of Hunger and Satiety**. Dissertation. University of Minnesota. United State of America
- Kementrian Kesehatan. 2014. **Pedoman Gizi Seimbang**. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia
- Kleef, E. V., Van Trijp, J. C. M., Van Den Borne J. J. G. C., Zondervan, C. 2012. **Successful Development of Satiety Enhancing Food Products: Towards a Multidisciplinary Agenda of Research Challenges**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition Volume 52 (7): 611-628
- Krisnawati, A. 2017. **Kedelai sebagai Sumber Pangan Fungsional**. Jurnal Iptek Tanaman Pangan Volume 2 (1): 57-65
- Kurniasih, N., Rosahdi, T.D., dan Rahman, N.R. 2013. **Efektivitas Sari Kedelai Hitam (*Glycine soja sieb*) Sebagai Bahan Pangan Fungsional**. Jurnal Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Volume 7 (1): 52-82
- Ladamay, N.A. dan Yuwono, S.S. 2014. **Pemanfaatan Bahan Lokal dalam Pembuatan *Food bars* (Kajian Rasio Tapioka : Tepung Kacang Hijau dan Proporsi CMC)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Volume 2 (1): 67-78
- Leidy, H. J. and Campbell. 2011. **The Effect of Eating Frequency on Appetite Control and Food Intake: Brief Synopsis of Controlled Feeding Studies**. The Journal of Nutrition Volume 141 (1): 154-157
- Lestari, N. 2010. **Formulasi dan Kondisi Optimum Proses Pengolahan “High Nutritive Value” Margarin dari Minyak Ikan Patin (*Pangasius sp*)**. Jurnal Riset Industri Volume IV (1): 35-42
- Livingstone, B. E., Robson, P. J., Welch, R. W., Burns, A. A. 2000. **Methodological Issues in The Assessment of Satiety**. Skandinavian Journal of Nutrition. Volume 44: 98-103
- Maharani, D.M., Yulianingsih, R., Dewi, S.R., Sugiarto, Y., dan Indriani, D.W. 2014. **Pengaruh Penambahan Natrium Metabisulfid dan Suhu Pemasakan Dengan Menggunakan Teknologi Vakum Terhadap Kualitas Gula Merah Tebu**. Agritech Volume 34 (4): 365-373
- Marianto, A.E. 2016. **Pemanfaatan *Grits* Gaplek dan *Grits* Kedelai dalam Pembuatan Snack Ekstrudat**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Maryanti. 2013. **Pengaruh Polimer Terhadap Karakteristik Cokelat**. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor

- Mayasari, S. 2010. **Kajian Karakteristik Kimia dan Sensoris Sosis Tempe Kedelai Hitam (*Glycine Soja*) dan Kacang (*Phaseolus Vulgaris*) dengan Bahan Biji Berkulit dan Tanpa Kulit**. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- McCrickerd, K. and Forde C. G. 2015. **Sensory Influences On Food Intake Control: Moving Beyond Palatability**. Volume 17 (1): 18-29
- Moller, P. 2015. **Satisfaction, Satiation and Food Behaviour**. Food Science University of Copenhagen Journal Volume 3: 59-64
- Mosisa, M.T. and Tura, D.C. 2017. **Effect of Processing on Proximate and Mineral Composition of Heph, a Black Climbing Bean (*Lablab purpureus L.*) Flour**. Journal of Food and Nutrition Sciences Volume 5 (1): 16-22
- Mozaffarian, D., Hao, T., Rimm, E. B., Willet, W. C. 2011. **Change in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men**. US National Library of Medicine Journal Volume 364 (25): 2392-2404
- Muchtadi, T.R., Sugiyono, Ayustaningwarno, F. 2010. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**. Alfabeta. Bandung
- Nafi, A., Windrati, W.S., Pamungkas, A., dan Subagio, A. 2013. **Tepung Kaya Protein dari Koro Komak Sebagai Bahan Pangan Fungsional Berindeks Glisemik Rendah**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Volume 24 (1): 1-6
- Nisa, L. A. 2016. **Pengaruh Isokalori, Dimensi, dan Penggunaan Skala Visual Analogue Scale (VAS) Terhadap Persepsi Kekenyang dan Kepuasan Tiga Olahan Beras (Nasi, Lontong, Ketupat) pada Mahasiswa**. Skripsi. Universitas Brawijaya Malang
- Nurfiliyah, S.A. dan Widjanarko, S.B. 2014. **Uji Efektifitas Pelepasan Retronasal Aroma Jeli Pisang Ambon Putih Terhadap Persepsi Kenyang Panelis Overweight dan Obesitas**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Volume 2 (2): 9-15
- Patel, K.D. and Pandya, A.V. 2014. **Assesment And Biochemical Analysis Of Black Soybean (With And Without Seed Coat)**. World Journal of Pharmaceutical Research Volume 3 (3): 4272-4278
- Pertiwi, S.F., Aminah, S., dan Nurhidajah. 2013. **Aktivitas Antioksidan, Karakteristik Kimia, dan Sifat Organoleptik Susu Kecambah Kedelai Hitam (*Glycine Soja*) Berdasarkan Variasi Waktu Perkecambahan**. Jurnal Pangan dan Gizi Volume 4 (8): 1-8
- Plantenga, M.S.W., Marsh N.L., Lejeune, M.P.G.M., Diepvens, K., Nieuwenhuizen A., Engelen M.P.K.J., Deutz, N.E.P., Marniche D.A., Tome D., and Westerterp, K.R. 2006. **Dietary Protein, Metabolism, and Body-weight Regulation: dose–response effects**. International Journal of Obesity Volume 30: 16-23

- Poppit SD, McCormack D, Buffenstein R. **Short-term Effects of Macronutrient Preloads on Appetite and Energy Intake in Lean Women.** Physiology and Behaviour Journal Volume 64(3): 279-285.
- Putra, A. I. 2013. **Hubungan Tingkat Pengetahuan Diet dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Member Fitness Center Di Gadjah Mada Medical Center (GMC) Health Center.** Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Putri, N. E., Zakaria, F. R., Prangdimurti, E., Triandita, N. 2016. **Pengaruh Intervensi Tahu Kedelai Hitam Kaya Serat Terhadap Glukosa Darah dan Inflamasi Responden Diabetes Tipe 2.** Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Volume 27(2): 131-139
- Ragab, H. I., Abadel-Atti, K. A., Babiker, M. S., and Elawad, S. M. 2015. **Effect of Dietary Hyacinth Beans (*Lablab purpureus*) and Enzyme Additives on Performance of Broilers.** Online Journal Of Animal And Feed Research. Volume 5 (6): 181-188
- Rahman, T., Luthfiyani, R., dan Ekafitri, R. 2011. **Optimasi Proses Pembuatan Food bar Berbasis Pisang.** Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM Sains, Teknologi, dan Kesehatan pp 2089-3582
- Ryland, D. 2003. **Development of A Nutritious Acceptable Snack Bar Using Micronized Flaked Lentils.** Thesis. University of Manitoba. Canada
- Samra, R. A., Keersmaekers, L., Brienza, D., Mukherjee, R., Mace, K. 2011. **Effect of Different Protein Sources on Satiation and Short-term Satiety When Consumed as a Starter.** Bio Med Central Nutrition Journal. Volume 10 (139): 1-9
- Sarastuti, M. dan Yuwono, S. S. 2015. **Pengaruh Pengovenan dan Pemanasan Terhadap Sifat-Sifat Bumbu Rujak Cingur Instan Selama Penyimpanan.** Jurnal Pangan dan Agroindustri Volume 3 (2): 464-475
- Septiani, Y., Purwoko, Tj., dan Pangastuti, A. 2004. **Kadar Karbohidrat, Lemak, dan Protein pada Kecap dari Tempe.** Jurnal Bioteknologi Volume 1 (2): 48-53
- Shaahu, D.T., Carew, S.N., Ikurior, S.A. 2015. **Effect of Processing on Proximate, Energy, Anti Nutritional Factor, Amino Acid and Mineral Composition of Lablab Seed.** International Journal of Scientific and Technology Research Volume 4 (4): 1-4
- Sigit, S., Enggar, P., Narumi, H.E., dan Utama, S. 2010. **Potensi Sari Kedelai Hitam dan Sari Kedelai Kuning Terhadap Kadar Trigliserida Tikus (*Rattus norvegicus*) dengan Diet Tinggi Lemak.** Jurnal Veterinaria Medika Volume 3 (1): 57-60
- Sinambela, S. D., Ariswoyo, S., Sitepu, H. R. 2014. **Menentukan Koefisien Determinasi Antara Estimasi M dengan Type Welsch dengan Least Trimmed Square dalam Data yang Mempunyai Pencilan.** Saintia Matematika Volume 2 (3): 225-235

- Sinopulou, V., Harrold, J., Halford, J., Boyland, E. 2015. **Meaning And Assessment Of Satiety In Childhood**. European Childhood Obesity Group Article
- Smith, G. P. 1998. **Satiation From Gut to Brain**. Oxford University Press. New York
- Sofyaningsih, M., Sugiyono, dan Setyaningsih, D. 2011. **Retensi Vanilin dan Perubahan Ekstrak Pekat Vanili Selama Penyimpanan**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Volume 22 (2): 110-117
- Soyjoy. 2014. **Soyjoy Fact – About Soyjoy**. Dilihat tanggal 2 Juli 2017 <http://www.soyjoy.co.id/soyjoy-fact/about-soyjoy>
- Sudjarwo, E., Imam, M.F., dan Sjoftan, O. 2014. **Efek Penggunaan Tepung Kacang Komak Mentah Sebagai Pengganti Bungkil Kedelai dalam Pakan Terhadap Kualitas Karkas Ayam Pedaging**. Jurnal Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
- Sugiharto, D dan Siagian. 2006. **Metode Statistika**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Suhendra, L. 2017. **Studi Perubahan Protein Terlarut Selama Perkecambahan Biji Wijen (*Sesamun indicum* L.) Menggunakan Pendekatan *Respon Surface Methodology***. Dilihat tanggal 4 Januari 2018 <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=13641&val=935>
- Sundari, D., Almahsyuri, Lamid, A. 2015. **Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein**. Media Litbangkes Volume 25 (4): 235-242
- Suryo, B. 2010. **Kedelai Spektakuler Atasi Pemanasan Global**. Dilihat pada tanggal 3 Juli 2017 http://ftp.unpad.ac.id/koran/mediaindonesia/2010-09-06/mediaindonesia_2010-09-06_017.pdf
- Unimus. 2013. **Madu : Jenis dan Penggunaannya**. Dilihat Tanggal 8 Juli 2017 <http://tekpan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/madu-jenis-dan-penggunaannya.pdf>.
- USDA. 2016. **Basic Report 04683, Margarine, Margarine-like Vegetable Oil Spread, 67-70 % Fat**. USDA National Nutrient Database for Standard Reference
- USDA Anamaria S.A.S Colombin. 2017. **Full Report (All Nutrient) 45002406, Brown Sugar Cane Panela, UPC: 7707362860077**. USDA Branded Food Products Database
- USDA En-R-G Foods LLC. 2017. **Full Report (All Nutrients) 45232390, Honey Stinger, Honey Waffle, Honey, UPC: 810815021042**. USDA Branded Food Products Database
- USDA Ghilardelli Chocolate Company. 2017. **Full Report (All Nutrient) 45086419, Ghilardelli Chocolate, Cokelat susu, UPC: 747599622724**. USDA Branded Food Products Database

- Vander Wal. 2005. **Short-Term Effect of Eggs on Satiety in Overweight and Obese Subjects**. Journal of the American College of Nutrition Volume 24: 510-515.
- Wardani, A.K. dan Wardani, I.R. 2014. **Eksplorasi Potensi Kedelai Hitam Untuk Produksi Minuman Fungsional Sebagai Upaya Meningkatkan Kesehatan Masyarakat**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Volume 2 (4): 58-67
- Wahyuni, A. M. dan Made, A. 1998. **Teknologi Pengolahan Pangan Hewani Tepat Guna**. CV Akademika Pressindo. Jakarta
- Winarno, F.G. 2008. **Kimia Pangan dan Gizi**. M-Brio Press. Bogor
- Wineri, E., Rasyid, R., dan Alioes, Y. 2014. **Perbandingan Daya Hambat Madu Alami dengan Madu Kemasan secara In Vitro terhadap *Streptococcus beta hemoliticus Group A* sebagai Penyebab Faringitis**. Jurnal Kesehatan Andalas Volume 3 (3): 376-380
- Wooley, O. W., Wooley, S. C., Dunham, R. B. 1972. **Can Calories be Perceived and Do They Affect Hunger in Obese and Non-obese Humans?**. Journal of Comparative and Physiological Psychology Volume 80 (2): 250-258
- Yenrina, R. 2015. **Metode Analisis Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif**. Andalas University Press. Padang
- Yin, W., Hewson, L., Linforth, R., Taylor, M., and Fisk, D. 2017. **Effects of Aroma and Taste, Independently or in Combination, on Appetite Sensation and Subsequent Food Intake**. Volume 1 (114): 265-274
- Yulia, O. 2007. **Pengujian Kapasitas Antioksidan Ekstrak Polar, Nonpolar, Fraksi Protein dan Nonprotein Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L.) sweet)**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Yusnandar, M. E. 2004. **Aplikasi Analisis Regresi Non Linear Model Kuadratik Terhadap Produksi Susu Kambing Peranakan Etawah (Pe) Selama 90 Hari Pertama Laktasi**. Informatika Pertanian Volume 13: 735-743
- Zakaria, F.R., Firdaus, D.P.R., dan Yuliana, N.D. 2016. **Konsumsi Tahu Kedelai Hitam untuk Memperbaiki Nilai SGOT/SGPT dan Aktivitas Antioksidan Plasma Penderita Diabetes Tipe 2**. Artikel Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor Volume 25 (2): 95-104
- Zar, J. H. (1972). **Significance Testing of the Spearman rank correlation**. Journal of the American Statistical Association. Volume 67: 578 – 580
- Zeleny, M. 1982. **Multiple Criteria Decision Making**. Mc Graw Hill. New York
- Zoumas, B. L., Armstrong, L. E., Backstrand, J.R., Chenoweth, W. L., Chinachoti, P., Klein, B. P., Lane, H. W., Marsh, K. S., Tolvanen, M. 2002. **High-Energy, Nutrient-Dense Emergency Relief Food Product**. National Academy Press. Washington DC

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Proksimat

Analisis kadar air metode gravimetri oven vakum (AOAC, 2005)

1. Cawan yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu di dalam oven pada suhu 100-105 °C selama 30 menit atau sampai didapat berat tetap.
2. Kemudian dinginkan dalam desikator selama 10 menit lalu ditimbang.
3. Timbang sampel sebanyak 1 gram (B1) dalam cawan tersebut lalu keringkan pada suhu 100-105 °C sampai mencapai berat tetap (8-12 jam).
4. Dinginkan sampel dalam desikator selama 10 menit lalu ditimbang (B2).
5. Perhitungan kadar air:
$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B1-B2}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Analisis kadar abu metode pengabuan kering (AOAC, 2005)

1. Cawan yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu selama 30 menit atau sampai didapat berat dalam oven pada suhu 100-105 °C.
2. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 20 menit lalu ditimbang (B1).
3. Sampel sebanyak 3 gram dimasukkan dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dibakar diatas bunsen sampai tidak berasap.
4. Kemudian masukkan sampel ke dalam tanur pengabuan dan bakar pada suhu 600 °C (4-6 jam) sampai didapat abu berwarna abu-abu atau sampel beratnya tetap.
5. Dinginkan sampel di dalam desikator selama 20 menit lalu ditimbang (B2).
6. Perhitungan kadar abu:
$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{B2-B1}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Analisis kadar protein metode kjeldahl (AOAC, 2005)

1. Tahap awal merupakan tahap destruksi. Pada tahap ini, sampel ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan ke dalam labu kjeldahl, setelah itu tablet kjeldahl dan H₂SO₄ 2 ml juga dimasukkan.
2. Labu yang berisi larutan tersebut diletakkan pada alat pemanas dengan suhu 430 °C di dalam ruang asam.
3. Destruksi dilakukan selama 1-1,5 jam hingga larutan menjadi bening.
4. Hasil destruksi didinginkan dan diencerkan dengan 10-20 ml akuades secara perlahan.
5. Pada tahap destilasi, labu kjeldahl yang berisi sampel hasil destruksi dipindahkan ke alat destilasi.

6. Cuci dan bilas labu 5-6 kali dengan 1-2 ml air akuades, lalu pindahkan pula air cucian dan bilasan tersebut ke alat destilasi.
7. Letakkan erlenmeyer 125 ml yang berisi 5 ml larutan HBO_3 (asam borat) dan 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian merah metil 0,2 % dalam alkohol dan 1 bagian biru metilen 0,2 % dalam alkohol) sebelum destilasi. Ujung kondensor harus terendam dibawah larutan H_3BO_3 .
8. Tambahkan sampel hasil destruksi yang telah dipindahkan dengan 8-10 ml larutan NaOH.
9. Lakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 15 ml destilat.
10. Bilas tabung kondensor dengan akuades, dan tampung bilasannya dalam erlenmeyer yang sama. Encerkan sampai kira-kira 50 ml.
11. Pada tahap titrasi, sampel diteteskan dengan HCl 0,02 N dengan buret. Titrasi dilakukan hingga warna larutan sampel berubah menjadi merah jambu. Catat volume HCl.
12. Perhitungan kadar protein: $\frac{(A-B) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{mg sampel}} \times 100$
 Kadar protein = % N x Faktor konversi
 Keterangan : A = ml titrasi sampel; B = ml titrasi blanko; FK = 6,25

Analisis kadar lemak metode soxhlet (AOAC, 2005)

1. Labu lemak dikeringkan dalam oven bersuhu 105 °C selama 30 menit, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (A).
2. Sampel ditimbang sebanyak 5 gram (S) lalu dibungkus dengan dalam kertas saring dan dimasukkan dalam selongsong lemak. Selongsong lemak ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor tabung soxhlet.
3. Lalu sampel disiram dengan pelarut lemak (hexan), kemudian tabung tersebut dipasangkan pada alat destilasi soxhlet.
4. Labu lemak yang sudah disiapkan kemudian dipasangkan pada alat destilasi di atas pemanas listrik bersuhu sekitar 80 °C.
5. Refluks dilakukan selama minimum 5 jam sampai pelarut yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih.
6. Pelarut yang ada di labu lemak tersebut didestilasi, selanjutnya labu yang berisi basil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 60 menit atau sampai beratnya tetap.

7. Kemudian labu lemak didinginkan dalam desikator selama 20-30 menit dan ditimbang (B).

8. Perhitungan lemak : $\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{(B-A)}{\text{Berat sampel}} \times 100$

Analisis karbohidrat *by difference* (Winarno, 2008)

Kadar karbohidrat ditentukan dengan metode *by difference* yaitu dengan perhitungan melibatkan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan dalam menghitung kadar karbohidrat dengan metode *by difference*. $\text{Kadar karbohidrat (\%)} = 100 \% - (\% \text{ kadar air} + \% \text{ kadar abu} + \% \text{ kadar protein} + \% \text{ kadar lemak})$

Analisis kadar serat metode gravimetric (AOAC, 2005)

1. Sampel sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer kemudian ditambah H_2SO_4 0,225 N 100 ml, setelah itu dipanaskan selama 30 menit, selanjutnya disaring.
2. Residu dicuci dengan aquades hingga bebas asam.
3. Setelah itu residu dipindahkan ke dalam erlenmeyer lain kemudian ditambah 100 ml larutan NaOH 0,313 N setelah itu dipanaskan kembali selama 30 menit.
4. Kemudian disaring dengan kertas saring konstan, dicuci dengan air mendidih hingga bebas basa. Kemudian ditambah etanol 96 % 7,5 ml, ditambah K_2SO_4 10 % 10 ml, dikeringkan selama 1-2 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator selama 10 menit lalu ditimbang. Perhitungan kadar serat kasar adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{W_i - W_o}{W_s} \times 100\%$$

Berat residu = berat serat kasar ; W_o = berat kertas saring; W_i = berat kertas saring + residu setelah pengeringan; W_s = berat sampel

Lampiran 2. Kuisioner pengujian tingkat kenyang

KUISIONER PENELITIAN TINGKAT KEKENYANGAN *FOOD BAR*

Hari, Tanggal :
 Nama Lengkap :
 No. Telp. :

INSTRUKSI : Pilihlah jawaban pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda centang (√) pada jawaban yang Anda pilih atau tuliskan jawaban anda pada bagian yang disediakan

1. Berapakah usia anda saat ini:
 - ☐ 16 - 18 tahun
 - ☐ 19 - 21 tahun
 - ☐ 22 - 24 tahun
 - ☐ > 24 tahun
2. Jenis kelamin anda:
 - ☐ Laki-laki
 - ☐ Perempuan
3. Tinggi badan dan berat badan anda (isi jawaban di dalam kotak):
 Tinggi badan m
 Berat badan kg
4. Pekerjaan anda saat ini:
 - ☐ Mahasiswa/i
 - ☐ Pegawai Negeri
 - ☐ Pegawai Swasta
 - ☐ Tidak bekerja
 - ☐ Lainnya,
5. Apakah anda sedang dalam pengendalian makan:
 - ☐ Ya (sebutkan.....)
 - ☐ Tidak
6. Apakah anda memiliki alergi:
 - ☐ Ya (sebutkan.....)
 - ☐ Tidak
7. Apakah anda mempunyai gangguan kesehatan atau riwayat sakit:
 - ☐ Ya (sebutkan.....)
 - ☐ Tidak
8. Apakah anda perokok atau peminum alkohol/kopi:
 - ☐ Ya (sebutkan.....)
 - ☐ Tidak
9. Apakah anda menyukai makanan manis:
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
10. Apakah anda tau tentang *food bar*:
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
11. Apakah anda pernah mengonsumsi *food bar*:
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
12. Jika ya, seberapa sering anda mengonsumsi *food bar*:
 - ☐ Sangat jarang (kurang dari satu kali seminggu)
 - ☐ Jarang (kurang dari tiga kali seminggu)
 - ☐ Cukup (tiga kali seminggu)
 - ☐ Sering (empat sampai tujuh kali seminggu)
 - ☐ Sangat sering (lebih dari tujuh kali seminggu)
13. Apakah anda menyukai *food bar* yang anda konsumsi:
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
14. Manakah jenis makanan yang anda pilih untuk menunda lapar:
 - ☐ Minum
 - ☐ Roti
 - ☐ Wafer
 - ☐ Biskuit
 - ☐ Lainnya,
15. Pada jam berapakah biasanya lapar anda datang:
 - ☐ 8 pagi
 - ☐ 10 pagi
 - ☐ 12 siang
 - ☐ 2 siang
 - ☐ 4 sore
 - ☐ Lainnya,
16. Setelah anda mencicip *food bar* berbasis kacang komak dan kacang kedelai, apakah anda menyukainya:
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak
17. Apakah anda bersedia untuk tidak makan selama 2-4 jam untuk melakukan pengujian ini:
 - ☐ Ya
 - ☐ Tidak

Lampiran 2. Kuisioner pengujian tingkat kenyang



Lembar Persetujuan sebagai Panelis dalam Penelitian Sensori

| | | |
|------------------|---|---|
| Judul Penelitian | : | Kajian Karakteristik Kimia dan Tingkat Kenyang Food Bar Grits Kacang Komak dan Grits Kacang Kedelai Hitam Hasil Optimasi Formula Linear Programming |
| Peneliti | : | Ishmah Hanifah |
| Pembimbing | : | Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, S.TP., M.P. |
| Kontak | : | 083811081818 – ismahhanifah8@gmail.com |

Saya adalah salah satu mahasiswa/i dan alumni Universitas Brawijaya dengan kisaran usia 18-30 tahun. Apabila saya memiliki gangguan kesehatan berupa alergi terhadap bahan pangan tertentu atau yang diujikan, maka saya akan menginformasikannya sebelum penelitian berlangsung.

Saya telah mengajukan beberapa pertanyaan yang berhubungan dengan penelitian dan telah mendapatkan informasi yang jelas. Oleh karena itu, saya akan mengikuti segala peraturan dan instruksi yang diberikan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Saya bersedia untuk berpartisipasi menjadi panelis dalam penelitian yang dilakukan. Sebagai panelis, saya akan mengikuti penelitian yang berlangsung dari awal hingga akhir penelitian sesuai dengan kesepakatan dengan *panel leader*. Selama penelitian berlangsung, saya akan memberikan informasi yang diperlukan dengan penuh kejujuran.

Saya mengerti apabila semua informasi pada penelitian ini sangat penting dan rahasia, sehingga saya bersedia ikut serta dalam menjaga keamanannya.

Saya telah membaca dengan baik lembar Persetujuan sebagai Panelis dan telah memahami mengenai keterlibatan sebagai panelis sensori.

Tanggal :
Nama Peneliti

Tanggal :
Nama Panelis

Ishmah Hanifah

.....

Lampiran 2. Kuisioner pengujian tingkat kenyang

Tanggal Uji :
Nama :
Kode : F1/F2/F3 (Lingkari kode produk yang sedang anda konsumsi)
Produk : *Food bar*
Instruksi : Dihadapan anda terdapat produk berupa *food bar* berbasis grits kacang komak dan kacang kedelai. Berikan penilaian anda terhadap skala “*hunger*” dan “*desire to eat*” terlebih dahulu dengan cara memberikan garis tegak (|) tepat digaris mendatar yang telah disediakan. Selanjutnya, *food bar* di konsumsi hingga habis. Kemudian berikan penilaian anda terhadap skala “*satiation*” dan “*satisfaction*” dengan cara memberikan garis tegak (|) tepat digaris mendatar yang telah disediakan.

1. Hunger

Seberapa laparkah anda?

| | | |
|-----------------------|-------|-----------------|
| Sangat tidak lapar | ----- | Sangat lapar |
|-----------------------|-------|-----------------|

2. Desire to eat

Seberapa besarkah keinginan anda untuk makan?

| | | |
|-----------------------|-------|-----------------|
| Sangat tidak ingin | ----- | Sangat ingin |
|-----------------------|-------|-----------------|

3. Satiation

Seberapa kenyangkah anda?

| | | |
|-------------------------|-------|-------------------|
| Sangat tidak kenyang | ----- | Sangat kenyang |
|-------------------------|-------|-------------------|

4. Satisfaction

Seberapa puaskah anda?

| | | |
|----------------------|-------|----------------|
| Sangat tidak puas | ----- | Sangat puas |
|----------------------|-------|----------------|

Lampiran 3. Data hasil analisis kimia bahan baku

Analisa kadar air

| Sampel | Ulangan | Berat Cawan Kosong (g) | Berat Sampel (g) | Berat Akhir (g) | Kadar Air BK (%) | Rata-Rata (%) |
|--------------------|---------|------------------------|------------------|-----------------|------------------|---------------|
| Grits Kacang Detam | 1 | 1,3494 | 1,0121 | 2,2798 | 8,78 | 8,85 |
| | 2 | 1,3525 | 1,0157 | 2,2859 | 8,82 | |
| | 3 | 1,3260 | 1,0160 | 2,2603 | 8,74 | |
| | 4 | 1,3163 | 1,0154 | 2,2475 | 9,04 | |
| Grits Kacang Komak | 1 | 1,3415 | 1,0008 | 2,2362 | 11,86 | 11,77 |
| | 2 | 1,3653 | 1,0025 | 2,2621 | 11,79 | |
| | 3 | 1,3276 | 1,0567 | 2,2715 | 11,95 | |
| | 4 | 1,3384 | 1,0520 | 2,2820 | 11,49 | |

Analisis kadar abu

| Sampel | Ulangan | Berat Cawan Kosong (g) | Berat Sampel (g) | Berat Akhir (g) | Kadar Abu (%) | Rata-Rata (%) |
|--------------------|---------|------------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|
| Grits Kacang Detam | 1 | 22,9567 | 2,9447 | 23,0942 | 4,67 | 5,15 |
| | 2 | 22,9523 | 2,9651 | 23,0989 | 4,94 | |
| | 3 | 21,9263 | 2,9815 | 22,0984 | 5,77 | |
| | 4 | 20,5157 | 3,0138 | 20,6727 | 5,21 | |
| Grits Kacang Komak | 1 | 21,6249 | 3,0015 | 21,731 | 3,53 | 3,55 |
| | 2 | 22,5855 | 2,9298 | 22,6897 | 3,56 | |
| | 3 | 20,7916 | 2,9231 | 20,896 | 3,57 | |
| | 4 | 23,1354 | 3,0327 | 23,2428 | 3,54 | |

Analisis kadar lemak

| Sampel | Ulangan | Berat Labu Kosong (g) | Berat Sampel (g) | Berat Akhir (g) | Kadar Lemak (%) | Rata-Rata (%) |
|--------------------|---------|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Grits Kacang Detam | 1 | 33,9606 | 5,0124 | 34,8228 | 17,20 | 16,38 |
| | 2 | 42,4106 | 5,0123 | 43,2484 | 16,71 | |
| | 3 | 40,5010 | 5,0100 | 41,2630 | 15,21 | |
| | 4 | 35,9237 | 5,0118 | 36,7456 | 16,40 | |
| Grits Kacang Komak | 1 | 36,5664 | 5,0003 | 36,6564 | 1,80 | 1,72 |
| | 2 | 40,4265 | 5,0081 | 40,5191 | 1,85 | |
| | 3 | 37,5674 | 5,0008 | 37,6424 | 1,50 | |
| | 4 | 41,5257 | 5,0011 | 41,6127 | 1,74 | |

Lampiran 3 Data Hasil Analisis Kimia Bahan Baku

Analisis kadar protein

| Sampel | Ulangan | Berat Sampel (mg) | Volume titrasi sampel (ml) | Volume titrasi blanko (ml) | Kadar Protein (%) | Rata-Rata (%) |
|--------------------|---------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| Grits Kacang Detam | 1 | 1022,1 | 47 | 0,05 | 40,22 | 39,94 |
| | 2 | 1024,1 | 47 | | 40,14 | |
| | 3 | 1008,5 | 45,5 | | 39,46 | |
| | 4 | 1020,5 | 46,6 | | 39,94 | |
| Grits Kacang Komak | 1 | 1009,3 | 45 | 0,05 | 32,92 | 32,38 |
| | 2 | 1004,9 | 45 | | 32,63 | |
| | 3 | 1017,7 | 39,8 | | 34,20 | |
| | 4 | 1028,2 | 43,5 | | 29,76 | |

Perhitungan karbohidrat *by difference*

| Sampel | Ulangan | Air (%) | Abu (%) | Lemak (%) | Protein (%) | Σ | Kadar KH (%) | Rata-Rata (%) |
|--------------------|---------|---------|---------|-----------|-------------|----------|--------------|---------------|
| Grits Kacang Detam | 1 | 8,78 | 4,67 | 17,20 | 40,22 | 71 | 29,13 | 29.69 |
| | 2 | 8,82 | 4,94 | 16,71 | 40,14 | 71 | 29,39 | |
| | 3 | 8,74 | 5,77 | 15,21 | 39,46 | 69 | 30,82 | |
| | 4 | 9,04 | 5,21 | 16,40 | 39,94 | 71 | 29,41 | |
| Grits Kacang Komak | 1 | 11,86 | 3,53 | 1,80 | 32,92 | 50 | 49,89 | 50.58 |
| | 2 | 11,79 | 3,56 | 1,85 | 32,63 | 50 | 50,17 | |
| | 3 | 11,95 | 3,57 | 1,50 | 34,20 | 51 | 48,78 | |
| | 4 | 11,49 | 3,54 | 1,74 | 29,76 | 47 | 53,47 | |

Lampiran 4. Perhitungan kalori bahan baku

Komponen pangan yang menghasilkan kalori berasal dari karbohidrat (K), protein (P), dan lemak (L). Pada 1 gram karbohidrat dan protein menyumbangkan 4 kkal, sedangkan pada 1 gram lemak menyumbangkan 9 kkal. Perhitungan kalori dilakukan dengan mengalikan hasil analisis karbohidrat, protein, dan lemak bahan baku dan bahan tambahan dengan sumbangsih kalori yang diberikan. Nilai konversi protein, lemak, dan karbohidrat sebagai nilai total energi perhitungan empiris (IOM, 2005). Tabel atas merupakan kandungan makronutrien pada bahan tambahan sedangkan tabel bawah adalah perhitungan kalori bahan baku dan bahan tambahan.

| Komponen | Bahan Tambahan (%) | | | |
|---------------------------------------|--------------------|------------|----------|--------------|
| | Madu | Gula merah | Margarin | Cokelat Susu |
| Kadar air | - | - | - | - |
| Kadar abu | - | - | - | - |
| Kadar protein | - | 3,00 | - | 4,00 |
| Kadar lemak | - | 10,00 | 77,78 | 44,00 |
| Kadar karbohidrat <i>by different</i> | 77,60 | 76,00 | - | 52,00 |
| Total kalori (kkal) | 310,4 | 406 | 700 | 620 |

Sumber: a) kemasan madu merek "madu TJ"

b) Heryani (2016)

c) Kemasan margarin merek "simas palmia"

d) Kemasan cokelat susu batang merek "Colatta"

| Bahan | P (%) | L (%) | K (%) | Kalori P (kkal) | Kalori L (kkal) | Kalori K (kkal) | Total kalori (kkal) |
|---------------------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Kacang Detam | 39,94 | 16,38 | 29,69 | 159,76 | 147,42 | 118,76 | 425,94 |
| Kacang Komak | 32,38 | 1,72 | 50,58 | 129,52 | 15,48 | 202,32 | 347,32 |
| Margarin | - | 77,8 | - | 0 | 700,2 | 0 | 700,2 |
| Madu | - | - | 77,6 | 0 | 0 | 310,4 | 310,4 |
| Gula merah | 3 | 10 | 76 | 12 | 90 | 304 | 406 |
| Cokelat susu batang | 4 | 44 | 52 | 16 | 396 | 208 | 620 |

Lampiran 5. Input data aplikasi POM QM

Formula 1

Objective

☒ Maximize
☐ Minimize

Instruction

There are more results available in additional windows. These may be opened by using the WINDOW option in the Main Menu.

Linear Programming Results

(untitled) Solution

| | DETAM | KOMAK | MARGARIN | MADU | GULMER | COKLAT | | RHS | Dual |
|---------------|--------|--------|----------|-------|--------|--------|----|--------|---------|
| Maximize | 4,2594 | 3,4732 | 7 | 3,104 | 4,06 | 6,2 | | | |
| Protein Bawah | ,3994 | ,3238 | 0 | 0 | ,03 | ,04 | >= | ,12 | 0 |
| Protein Atas | ,3994 | ,3238 | 0 | 0 | ,03 | ,04 | <= | ,18 | 0 |
| Lemak Bawah | ,1638 | ,0172 | ,7778 | 0 | ,1 | ,44 | >= | ,19 | 0 |
| Lemak Atas | ,1638 | ,0172 | ,7778 | 0 | ,1 | ,44 | <= | ,24 | 0 |
| KH Bawah | ,2969 | ,5058 | 0 | ,776 | ,76 | ,52 | >= | ,48 | -3,7635 |
| KH Atas | ,2969 | ,5058 | 0 | ,776 | ,76 | ,52 | <= | ,6 | 0 |
| MADU | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | = | ,11 | ,6477 |
| GULMER | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | = | ,11 | 1,5435 |
| MARGARIN | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | = | ,11 | 1,6232 |
| COKLAT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | = | ,25 | 2,7802 |
| ALL | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | = | 1 | 5,3768 |
| Solution-> | ,1503 | ,2697 | ,11 | ,11 | ,11 | ,25 | | 4,6849 | |

Formula 2

Objective

☒ Maximize

☐ Minimize

Instruction

There are more results available in additional windows. These may be opened by using the WINDOW option in the Main Menu.

Linear Programming Results

(untitled) Solution

| | DETAM | KOMAK | MARGARIN | MADU | GULMER | COKLAT | | RHS | Dual |
|---------------|--------|--------|----------|-------|--------|--------|----|--------|---------|
| Maximize | 4,2594 | 3,4732 | 7 | 3,104 | 4,06 | 6,2 | | | |
| Protein Bawah | ,3994 | ,3238 | 0 | 0 | ,03 | ,04 | >= | ,12 | 0 |
| Protein Atas | ,3994 | ,3238 | 0 | 0 | ,03 | ,04 | <= | ,18 | 0 |
| Lemak Bawah | ,1638 | ,0172 | ,7778 | 0 | ,1 | ,44 | >= | ,19 | 0 |
| Lemak Atas | ,1638 | ,0172 | ,7778 | 0 | ,1 | ,44 | <= | ,24 | 0 |
| KH Bawah | ,2969 | ,5058 | 0 | ,776 | ,76 | ,52 | >= | ,48 | -3,7635 |
| KH Atas | ,2969 | ,5058 | 0 | ,776 | ,76 | ,52 | <= | ,6 | 0 |
| MADU | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | = | ,13 | ,6477 |
| GULMER | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | = | ,12 | 1,5435 |
| MARGARIN | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | = | ,08 | 1,6232 |
| COKLAT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | = | ,25 | 2,7802 |
| ALL | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | = | 1 | 5,3768 |
| Solution-> | ,261 | ,159 | ,08 | ,13 | ,12 | ,25 | | 4,6646 | |

Formula 3

Objective

☒ Maximize
 ☐ Minimize

Instruction

There are more results available in additional windows. These may be opened by using the W/INDOW/ option in the Main Menu.

Linear Programming Results

(untitled) Solution

| | DETAM | KOMAK | MARGARIN | MADU | GULMER | COKLAT | | RHS | Dual |
|---------------|--------|--------|----------|-------|--------|--------|----|--------|---------|
| Maximize | 4,2594 | 3,4732 | 7 | 3,104 | 4,06 | 6,2 | | | |
| Protein Bawah | ,3994 | ,3238 | 0 | 0 | ,03 | ,04 | >= | ,12 | 0 |
| Protein Atas | ,3994 | ,3238 | 0 | 0 | ,03 | ,04 | <= | ,18 | 0 |
| Lemak Bawah | ,1638 | ,0172 | ,7778 | 0 | ,1 | ,44 | >= | ,19 | 0 |
| Lemak Atas | ,1638 | ,0172 | ,7778 | 0 | ,1 | ,44 | <= | ,24 | 0 |
| KH Bawah | ,2969 | ,5058 | 0 | ,776 | ,76 | ,52 | >= | ,48 | -3,7635 |
| KH Atas | ,2969 | ,5058 | 0 | ,776 | ,76 | ,52 | <= | ,6 | 0 |
| MADU | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | = | ,118 | ,6477 |
| GULMER | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | = | ,118 | 1,5435 |
| MARGARIN | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | = | ,094 | 1,6232 |
| COKLAT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | = | ,25 | 2,7802 |
| ALL | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | = | 1 | 5,3768 |
| Solution-> | ,2091 | ,2109 | ,094 | ,118 | ,118 | ,25 | | 4,6765 | |

Lampiran 6. Data hasil analisis kimia produk

Kadar air produk

| Ulangan | Formula | Berat cawan kosong (a) | Berat sampel awal (b) | Berat cawan + sampel setelah oven (c) | (c-a) | b-(c-a) | BK (%) |
|---------|---------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------|---------|--------|
| 1 | 1 | 1,3527 | 0,9236 | 2,2136 | 0,8609 | 0,0627 | 7,28 |
| | 2 | 2,1718 | 0,9506 | 3,0551 | 0,8833 | 0,0673 | 7,62 |
| | 3 | 2,2159 | 1,0026 | 3,1498 | 0,9339 | 0,0687 | 7,36 |
| 2 | 1 | 2,1719 | 1,0547 | 3,1584 | 0,9865 | 0,0682 | 6,91 |
| | 2 | 1,3599 | 1,0238 | 2,3099 | 0,9500 | 0,0738 | 7,77 |
| | 3 | 2,2253 | 1,0356 | 3,1945 | 0,9692 | 0,0664 | 6,85 |
| 3 | 1 | 2,1729 | 0,9460 | 3,0513 | 0,8784 | 0,0676 | 7,70 |
| | 2 | 1,3602 | 0,9692 | 2,2732 | 0,9130 | 0,0562 | 6,16 |
| | 3 | 2,2285 | 1,0247 | 3,1788 | 0,9503 | 0,0744 | 7,83 |

Kadar abu produk

| Ulangan | Formula | Berat cawan kosong (B1) | Berat sampel awal | Berat cawan + sampel setelah abu (B2) | Kadar abu (%) |
|---------|---------|-------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------|
| 1 | 1 | 22,2773 | 2,9846 | 22,3485 | 2,39 |
| | 2 | 20,4920 | 2,9313 | 20,5621 | 2,39 |
| | 3 | 22,5823 | 2,9997 | 22,6467 | 2,15 |
| 2 | 1 | 21,4532 | 3,1050 | 21,5228 | 2,24 |
| | 2 | 21,7186 | 3,1106 | 21,8078 | 2,87 |
| | 3 | 20,4930 | 3,0815 | 20,5643 | 2,31 |
| 3 | 1 | 20,7935 | 2,9142 | 20,8734 | 2,74 |
| | 2 | 21,9264 | 3,0313 | 22,0094 | 2,74 |
| | 3 | 20,5200 | 3,1736 | 20,6130 | 2,93 |

Kadar lemak produk

| Ulangan | Formula | Berat labu kosong (A) | Berat sampel awal | Berat labu + sampel setelah soxhlet (B) | Kadar lemak (%) |
|---------|---------|-----------------------|-------------------|---|-----------------|
| 1 | 1 | 40,1268 | 2,1093 | 40,5435 | 19,76 |
| | 2 | 45,5437 | 2,0050 | 45,9242 | 18,98 |
| | 3 | 34,6147 | 2,0522 | 34,9986 | 18,71 |
| 2 | 1 | 40,1263 | 2,0299 | 40,5062 | 18,72 |
| | 2 | 45,5459 | 2,1401 | 45,9515 | 18,95 |
| | 3 | 34,6205 | 2,1040 | 35,0146 | 18,73 |
| 3 | 1 | 40,1982 | 2,0287 | 40,5981 | 19,71 |
| | 2 | 40,1907 | 1,7290 | 40,5205 | 19,07 |
| | 3 | 45,6827 | 1,8046 | 46,0418 | 19,90 |

Lampiran 6 Data hasil analisis kimia produk

Kadar protein produk

| Ul. | Formula | W Sampel (mg) | V titrasi blanko | V titrasi sampel | Sampel-blanko | %N | FK | Kadar protein (%) |
|-----|---------|---------------|------------------|------------------|---------------|------|------|-------------------|
| 1 | 1 | 1055,3 | 0,3 | 9 | 8,7 | 1,15 | 6,25 | 7,22 |
| | 2 | 1099,5 | 0,3 | 16 | 15,7 | 2,00 | 6,25 | 12,50 |
| | 3 | 1049,2 | 0,3 | 9,7 | 9,4 | 1,26 | 6,25 | 7,84 |
| 2 | 1 | 1100,5 | 0,8 | 10,2 | 9,4 | 1,20 | 6,25 | 7,48 |
| | 2 | 1193,7 | 0,8 | 18,5 | 17,7 | 2,08 | 6,25 | 12,98 |
| | 3 | 1022,5 | 0,8 | 11,2 | 10,4 | 1,42 | 6,25 | 8,91 |
| 3 | 1 | 1022,5 | 1,1 | 11,4 | 10,3 | 1,41 | 6,25 | 8,82 |
| | 2 | 1014,3 | 1,1 | 17 | 15,9 | 2,20 | 6,25 | 13,73 |
| | 3 | 1007,5 | 1,1 | 12 | 10,9 | 1,52 | 6,25 | 9,47 |

Kadar karbohidrat produk

| Ulangan | Formula | Air (%) | Abu (%) | Lemak (%) | Protein (%) | Σ | KH (%) |
|---------|---------|---------|---------|-----------|-------------|----|--------|
| 1 | 1 | 7,28 | 2,39 | 19,76 | 7,22 | 37 | 63,35 |
| | 2 | 7,62 | 2,39 | 18,98 | 12,50 | 41 | 58,51 |
| | 3 | 7,36 | 2,15 | 18,71 | 7,84 | 36 | 63,94 |
| 2 | 1 | 6,91 | 2,24 | 18,72 | 7,48 | 35 | 64,65 |
| | 2 | 7,77 | 2,87 | 18,95 | 12,98 | 43 | 57,43 |
| | 3 | 6,85 | 2,31 | 18,73 | 8,91 | 37 | 63,20 |
| 3 | 1 | 7,70 | 2,74 | 19,71 | 8,82 | 39 | 61,03 |
| | 2 | 6,16 | 2,74 | 19,07 | 13,73 | 42 | 58,30 |
| | 3 | 7,83 | 2,93 | 19,90 | 9,47 | 40 | 59,87 |

Total kalori produk

| Ulangan | Formula | Lemak | Protein | KH | Total/100 g | Total/50 g |
|---------|---------|--------|---------|--------|-------------|------------|
| 1 | 1 | 177,84 | 28,88 | 253,4 | 460,12 | 230,06 |
| | 2 | 170,82 | 50,00 | 234,04 | 454,86 | 227,43 |
| | 3 | 168,39 | 31,36 | 255,76 | 455,51 | 227,755 |
| 2 | 1 | 168,48 | 29,92 | 258,6 | 457,00 | 228,5 |
| | 2 | 170,55 | 51,92 | 229,72 | 452,19 | 226,095 |
| | 3 | 168,57 | 35,64 | 252,8 | 457,01 | 228,505 |
| 3 | 1 | 177,39 | 35,28 | 244,12 | 456,79 | 228,395 |
| | 2 | 171,63 | 54,92 | 233,2 | 459,75 | 229,875 |
| | 3 | 179,1 | 37,88 | 239,48 | 456,46 | 228,23 |

Lampiran 6 Data hasil analisis kimia produk

Kadar serat produk

| Ul. | Formula | Berat kertas saring kosong (a) | Berat sampel awal (b) | Berat cawan + sampel setelah oven (c) | (c-a) | Serat (%) |
|-----|---------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------|-----------|
| 1 | 1 | 1,0125 | 2,1093 | 1,1099 | 0,0974 | 4,62 |
| | 2 | 1,0378 | 2,0050 | 1,1020 | 0,0642 | 3,20 |
| | 3 | 0,9949 | 2,0522 | 1,0661 | 0,0712 | 3,47 |
| 2 | 1 | 0,8437 | 2,0299 | 0,9451 | 0,1014 | 5,00 |
| | 2 | 0,9869 | 2,1401 | 1,0573 | 0,0704 | 3,29 |
| | 3 | 0,9648 | 2,1040 | 1,0355 | 0,0707 | 3,36 |
| 3 | 1 | 0,8409 | 2,0287 | 0,9556 | 0,1147 | 5,65 |
| | 2 | 1,0001 | 1,7290 | 1,0506 | 0,0505 | 2,92 |
| | 3 | 0,9655 | 1,8046 | 1,0345 | 0,069 | 3,82 |

Lampiran 7. Pengolahan data analisis kimia

General Linear Model: air versus Formula, ulangan

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---------|----|---------|---------|---------|---------|
| Formula | 2 | 0.04202 | 0.02101 | 0.04 | 0.964 |
| ulangan | 2 | 0.09816 | 0.04908 | 0.09 | 0.919 |
| Error | 4 | 2.27684 | 0.56921 | | |
| Total | 8 | 2.41702 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|----------|-------|-----------|------------|
| 0.754461 | 5.80% | 0.00% | 0.00% |

General Linear Model: abu versus Formula, ulangan

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---------|----|---------|---------|---------|---------|
| Formula | 2 | 0.08549 | 0.04274 | 0.79 | 0.513 |
| ulangan | 2 | 0.37896 | 0.18948 | 3.52 | 0.131 |
| Error | 4 | 0.21544 | 0.05386 | | |
| Total | 8 | 0.67989 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|----------|--------|-----------|------------|
| 0.232080 | 68.31% | 36.62% | 0.00% |

General Linear Model: lemak versus Formula, ulangan

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---------|----|--------|--------|---------|---------|
| Formula | 2 | 0.2505 | 0.1252 | 0.66 | 0.564 |
| ulangan | 2 | 0.8682 | 0.4341 | 2.30 | 0.217 |
| Error | 4 | 0.7561 | 0.1890 | | |
| Total | 8 | 1.8748 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|----------|--------|-----------|------------|
| 0.434780 | 59.67% | 19.34% | 0.00% |

General Linear Model: protein versus Formula, ulangan

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---------|----|---------|---------|---------|---------|
| Formula | 2 | 46.9118 | 23.4559 | 360.40 | 0.000 |
| ulangan | 2 | 3.3545 | 1.6772 | 25.77 | 0.055 |
| Error | 4 | 0.2603 | 0.0651 | | |
| Total | 8 | 50.5266 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|----------|--------|-----------|------------|
| 0.255114 | 99.48% | 98.97% | 97.39% |

Lampiran 7. Pengolahan data analisis kimia

General Linear Model: karbohidrat versus Formula, ulangan

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---------|----|--------|--------|---------|---------|
| Formula | 2 | 42.877 | 21.439 | 10.99 | 0.024 |
| ulangan | 2 | 8.977 | 4.489 | 2.30 | 0.216 |
| Error | 4 | 7.804 | 1.951 | | |
| Total | 8 | 59.659 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 1.39682 | 86.92% | 73.84% | 33.77% |

General Linear Model: kalori versus Formula, ulangan

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---------|----|--------|--------|---------|---------|
| Formula | 2 | 8.845 | 4.423 | 0.60 | 0.593 |
| ulangan | 2 | 7.883 | 3.941 | 0.53 | 0.624 |
| Error | 4 | 29.623 | 7.406 | | |
| Total | 8 | 46.351 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 2.72135 | 36.09% | 0.00% | 0.00% |

General Linear Model: serat versus Formula, ulangan (Beda nyata)

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---------|----|--------|--------|---------|---------|
| Formula | 2 | 6.3445 | 3.1722 | 24.04 | 0.006 |
| ulangan | 2 | 0.2138 | 0.1069 | 0.81 | 0.507 |
| Error | 4 | 0.5278 | 0.1320 | | |
| Total | 8 | 7.0861 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|----------|--------|-----------|------------|
| 0.363260 | 92.55% | 85.10% | 62.29% |

Lampiran 7 Pengolahan data analisis proksimat (Uji lanjut)

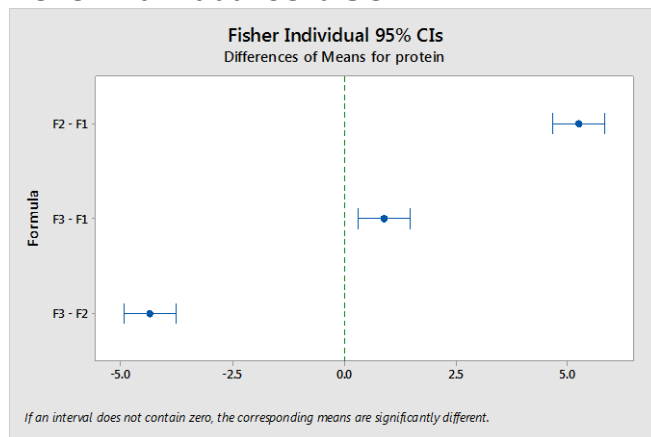
Fisher Pairwise Comparisons: Response = protein, Term = Formula

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

| Formula | N | Mean | Grouping |
|---------|---|-------|----------|
| F2 | 3 | 13.07 | A |
| F3 | 3 | 8.74 | B |
| F1 | 3 | 7.84 | C |

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual 95% CIs



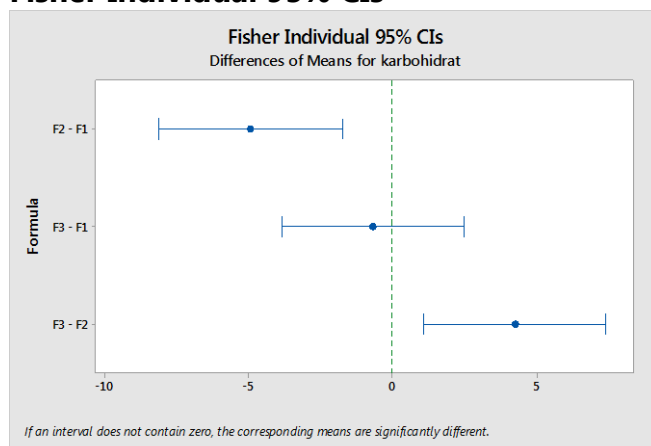
Fisher Pairwise Comparisons: Response = karbohidrat, Term = Formula

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

| Formula | N | Mean | Grouping |
|---------|---|---------|----------|
| F1 | 3 | 63.0100 | A |
| F3 | 3 | 62.3367 | A |
| F2 | 3 | 58.0800 | B |

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual 95% CIs



Lampiran 7 Pengolahan data analisis proksimat (Uji lanjut)

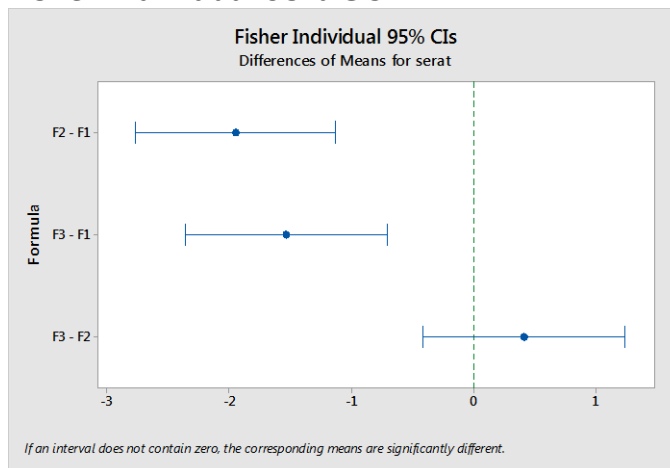
Fisher Pairwise Comparisons: Response = serat, Term = Formula

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

| Formula | N | Mean | Grouping |
|---------|---|---------|----------|
| F1 | 3 | 5.08894 | A |
| F3 | 3 | 3.55109 | B |
| F2 | 3 | 3.13744 | B |

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual 95% CIs



Lampiran 8. Data hasil pengujian tingkat kenyang

| Kode Panelis | Formula | Kenyang akhir | Lapar | Keinginan makan | Kepuasan | Indeks |
|--------------|---------|---------------|-------|-----------------|----------|--------|
| PAN_1 | F_1 | 5.1 | 6.3 | 8 | 5.7 | 1.4 |
| PAN_2 | F_1 | 7 | 6 | 4.2 | 5.5 | 3 |
| PAN_3 | F_1 | 9.5 | 1 | 1.1 | 7.7 | 0.5 |
| PAN_4 | F_1 | 6.3 | 4.6 | 4.5 | 4.6 | 0.9 |
| PAN_5 | F_1 | 6.5 | 6 | 5.6 | 4.5 | 2.5 |
| PAN_6 | F_1 | 7 | 6 | 6.6 | 7.9 | 3 |
| PAN_7 | F_1 | 5.7 | 7.2 | 8.3 | 5.7 | 2.9 |
| PAN_8 | F_1 | 4.4 | 6.7 | 9.3 | 5.5 | 1.1 |
| PAN_9 | F_1 | 3.3 | 8 | 8.2 | 4.9 | 1.3 |
| PAN_10 | F_1 | 9 | 6.6 | 6.7 | 9.5 | 5.6 |
| PAN_11 | F_1 | 5.4 | 9.5 | 8.5 | 5.2 | 4.9 |
| PAN_12 | F_1 | 7.5 | 7.9 | 9 | 8.1 | 5.4 |
| PAN_13 | F_1 | 7 | 5.4 | 5.9 | 7.8 | 2.4 |
| PAN_14 | F_1 | 8 | 7.9 | 6.8 | 5.5 | 5.9 |
| PAN_15 | F_1 | 2.1 | 5.9 | 7.3 | 1.3 | -2 |
| PAN_16 | F_1 | 5 | 6.7 | 8.5 | 7.7 | 1.7 |
| PAN_17 | F_1 | 6.6 | 6.5 | 7.6 | 5 | 3.1 |
| PAN_18 | F_1 | 5.1 | 7.4 | 4.9 | 5.1 | 2.5 |
| PAN_19 | F_1 | 7.1 | 7.5 | 2.2 | 5.3 | 4.6 |
| PAN_20 | F_1 | 6 | 6.1 | 7.8 | 6 | 2.1 |
| PAN_21 | F_1 | 7.2 | 7.1 | 9.8 | 9 | 4.3 |
| PAN_22 | F_1 | 6 | 4 | 8 | 6 | 0 |
| PAN_23 | F_1 | 7 | 3.8 | 3 | 6.1 | 0.8 |
| PAN_24 | F_1 | 6.4 | 5.2 | 5.5 | 7.4 | 1.6 |
| PAN_25 | F_1 | 7.1 | 3.4 | 5.5 | 9.1 | 0.5 |
| PAN_26 | F_1 | 4.8 | 8 | 9.1 | 4.8 | 2.8 |
| PAN_27 | F_1 | 7.1 | 6.5 | 8.3 | 9.2 | 3.6 |
| PAN_28 | F_1 | 7.4 | 4.4 | 4.2 | 7 | 1.8 |
| PAN_29 | F_1 | 8.3 | 9 | 5.7 | 3.2 | 7.3 |
| PAN_30 | F_1 | 7.8 | 6.1 | 6.7 | 7.8 | 3.9 |
| PAN_31 | F_1 | 5.6 | 9 | 9.1 | 7.7 | 4.6 |
| Rata-rata | | 6.40 | 6.31 | 6.64 | 6.32 | 2.71 |
| PAN_1 | F_2 | 4.2 | 7.8 | 4.9 | 6 | 2 |
| PAN_2 | F_2 | 5.8 | 4.4 | 3.4 | 6 | 0.2 |
| PAN_3 | F_2 | 9.1 | 3.5 | 2.5 | 8 | 2.6 |
| PAN_4 | F_2 | 6.2 | 5.1 | 1.5 | 7.9 | 1.3 |
| PAN_5 | F_2 | 6.4 | 5.8 | 4.4 | 6.4 | 2.2 |
| PAN_6 | F_2 | 5.9 | 7.1 | 4.7 | 6.1 | 3 |
| PAN_7 | F_2 | 6.1 | 5.6 | 5.7 | 7.5 | 1.7 |
| PAN_8 | F_2 | 6.2 | 7.2 | 3.3 | 5.9 | 3.4 |

| | | | | | | |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|
| PAN_9 | F_2 | 5.9 | 7.6 | 5.9 | 7.5 | 3.5 |
| PAN_10 | F_2 | 8.9 | 6 | 6 | 8.8 | 4.9 |
| PAN_11 | F_2 | 9.2 | 9 | 9.1 | 7 | 8.2 |
| PAN_12 | F_2 | 9 | 6.5 | 3.5 | 8.9 | 5.5 |
| PAN_13 | F_2 | 7.3 | 9.1 | 6.2 | 7.8 | 6.4 |
| PAN_14 | F_2 | 7.9 | 8.7 | 4.2 | 7.1 | 6.6 |
| PAN_15 | F_2 | 5.3 | 7.3 | 4.5 | 3.6 | 2.6 |
| PAN_16 | F_2 | 7.2 | 9.5 | 7.1 | 8.1 | 6.7 |
| PAN_17 | F_2 | 4.9 | 9.2 | 5.5 | 5.3 | 4.1 |
| PAN_18 | F_2 | 8.1 | 7.8 | 2.4 | 7 | 5.9 |
| PAN_19 | F_2 | 3.8 | 8.2 | 4.8 | 8.2 | 2 |
| PAN_20 | F_2 | 6.2 | 7 | 6.1 | 7.3 | 3.2 |
| PAN_21 | F_2 | 7.1 | 8.4 | 6.1 | 5.3 | 5.5 |
| PAN_22 | F_2 | 5.3 | 6.6 | 6.5 | 5.1 | 1.9 |
| PAN_23 | F_2 | 5.8 | 8.5 | 7.7 | 8.3 | 4.3 |
| PAN_24 | F_2 | 8.3 | 7.1 | 5 | 7.6 | 5.4 |
| PAN_25 | F_2 | 6.4 | 6.7 | 5.4 | 6.7 | 3.1 |
| PAN_26 | F_2 | 7.5 | 8.7 | 7.2 | 6.3 | 6.2 |
| PAN_27 | F_2 | 7.6 | 6 | 7.4 | 7.9 | 3.6 |
| PAN_28 | F_2 | 6.6 | 8.6 | 2.8 | 4.7 | 5.2 |
| PAN_29 | F_2 | 5 | 8.8 | 2.9 | 7 | 3.8 |
| PAN_30 | F_2 | 6.3 | 5.3 | 6.1 | 6.1 | 1.6 |
| PAN_31 | F_2 | 6.7 | 9 | 7.7 | 7.7 | 5.7 |
| Rata-rata | | 6.65 | 7.29 | 5.18 | 6.87 | 3.95 |
| PAN_1 | F_3 | 6.4 | 6.4 | 6.7 | 5.5 | 2.8 |
| PAN_2 | F_3 | 5.2 | 6.6 | 6.8 | 6.5 | 1.8 |
| PAN_3 | F_3 | 9.3 | 4.8 | 4.6 | 9.3 | 4.1 |
| PAN_4 | F_3 | 4.4 | 7.4 | 6 | 8.3 | 1.8 |
| PAN_5 | F_3 | 5.5 | 7.5 | 7.1 | 5.7 | 3 |
| PAN_6 | F_3 | 5.7 | 7.5 | 5.8 | 7 | 3.2 |
| PAN_7 | F_3 | 6.5 | 5.7 | 4.2 | 7.8 | 2.2 |
| PAN_8 | F_3 | 5.3 | 6 | 3.8 | 6.1 | 1.3 |
| PAN_9 | F_3 | 6.8 | 7.6 | 5.5 | 8.1 | 4.4 |
| PAN_10 | F_3 | 9.6 | 7.8 | 8.6 | 9.9 | 7.4 |
| PAN_11 | F_3 | 5.8 | 8.5 | 8.8 | 5.1 | 4.3 |
| PAN_12 | F_3 | 9.4 | 7.1 | 2.8 | 9 | 6.5 |
| PAN_13 | F_3 | 6.8 | 7.1 | 6.3 | 7.9 | 3.9 |
| PAN_14 | F_3 | 7.3 | 9.3 | 9.1 | 8.3 | 6.6 |
| PAN_15 | F_3 | 5.7 | 8.1 | 6.1 | 2.1 | 3.8 |
| PAN_16 | F_3 | 7.8 | 7.4 | 4.3 | 8.6 | 5.2 |
| PAN_17 | F_3 | 4.5 | 8.3 | 8.7 | 6.3 | 2.8 |
| PAN_18 | F_3 | 7.1 | 10 | 10 | 5.9 | 7.1 |
| PAN_19 | F_3 | 3.3 | 7.1 | 4 | 7.8 | 0.4 |

| | | | | | | |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|
| PAN_20 | F_3 | 7.2 | 5.4 | 6.3 | 7.1 | 2.6 |
| PAN_21 | F_3 | 6.6 | 8.9 | 7.2 | 8.2 | 5.5 |
| PAN_22 | F_3 | 7.8 | 3.1 | 1.6 | 4.7 | 0.9 |
| PAN_23 | F_3 | 8.4 | 5.5 | 6.6 | 8.2 | 3.9 |
| PAN_24 | F_3 | 7.5 | 7 | 7.2 | 7 | 4.5 |
| PAN_25 | F_3 | 9.2 | 4 | 2 | 6.6 | 3.2 |
| PAN_26 | F_3 | 7.4 | 8.2 | 8.6 | 6.3 | 5.6 |
| PAN_27 | F_3 | 8.3 | 7.4 | 8.5 | 7.3 | 5.7 |
| PAN_28 | F_3 | 6.3 | 9.1 | 2.8 | 5.3 | 5.4 |
| PAN_29 | F_3 | 7 | 5.8 | 4.8 | 5.9 | 2.8 |
| PAN_30 | F_3 | 6.6 | 5.5 | 5.9 | 7.1 | 2.1 |
| PAN_31 | F_3 | 7.6 | 4.6 | 8.8 | 6.2 | 2.2 |
| Rata-rata | | 6.85 | 6.93 | 6.11 | 6.94 | 3.77 |

Lampiran 9. Pengolahan data tingkat kenyang

Friedman Test: satiation versus formula blocked by kode panelis

S = 0.45 DF = 2 P = 0.798

| formula | N | Est | Median | Sum of Ranks |
|---------|----|-----|--------|--------------|
| F_1 | 31 | | 6.4333 | 61.0 |
| F_2 | 31 | | 6.5667 | 60.0 |
| F_3 | 31 | | 7.0000 | 65.0 |

Grand median = 6.6667

Friedman Test: hunger versus formula blocked by kode panelis

S = 4.37 DF = 2 P = 0.112

S = 4.44 DF = 2 P = 0.108 (adjusted for ties)

| formula | N | Est | Median | Sum of Ranks |
|---------|----|-----|--------|--------------|
| F_1 | 31 | | 6.5000 | 52.5 |
| F_2 | 31 | | 7.2000 | 67.0 |
| F_3 | 31 | | 7.2000 | 66.5 |

Grand median = 6.9667

Friedman Test: desire to eat versus formula blocked by kode panelis

S = 12.79 DF = 2 P = 0.002

S = 12.89 DF = 2 P = 0.002 (adjusted for ties)

| formula | N | Est | Median | Sum of Ranks |
|---------|----|-----|--------|--------------|
| F_1 | 31 | | 6.7667 | 74.0 |
| F_2 | 31 | | 5.2333 | 46.5 |
| F_3 | 31 | | 6.3000 | 65.5 |

Grand median = 6.1000

Friedman Test: satisfaction versus formula blocked by kode panelis

S = 5.85 DF = 2 P = 0.054

S = 6.00 DF = 2 P = 0.050 (adjusted for ties)

| formula | N | Est | Median | Sum of Ranks |
|---------|----|-----|--------|--------------|
| F_1 | 31 | | 6.4000 | 51.0 |
| F_2 | 31 | | 6.9000 | 67.5 |
| F_3 | 31 | | 7.1000 | 67.5 |

Grand median = 6.8000

Friedman Test: penambahan kenyang versus formula blocked by kode panelis

S = 11.03 DF = 2 P = 0.004

S = 11.40 DF = 2 P = 0.003 (adjusted for ties)

| formula | N | Est | Median | Sum of Ranks |
|---------|----|-----|--------|--------------|
| F_1 | 31 | | 2.7333 | 47.0 |
| F_2 | 31 | | 3.8000 | 68.0 |
| F_3 | 31 | | 3.8667 | 71.0 |

Grand median = 3.4667

Lampiran 10. Uji lanjut *Wilcoxon signed ranks*

Test Statistics^a

| | desire_to_eat2 - desire_to_eat1 | desire_to_eat3 - desire_to_eat1 | desire_to_eat3 - desire_to_eat2 | penambahan_ke nyang2 - penambahan_ke nyang1 | penambahan_ke nyang3 - penambahan_ke nyang1 | penambahan_ke nyang3 - penambahan_ke nyang2 |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|
| Z | -3.509 ^b | -.715 ^b | -2.120 ^c | -2.660 ^c | -2.479 ^c | -.346 ^b |
| Asymp. Sig. (2- tailed) | .000 | .474 | .034 | .008 | .013 | .729 |

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

Lampiran 11. Korelasi antar variabel respon dan makronutrien

Spearman Rho: penambahan kenyang, protein

Spearman rho for penambahan kenyang and protein = 0.245
P-Value = 0.018

Spearman Rho: penambahan kenyang, karbohidrat

Spearman rho for penambahan kenyang and karbohidrat = -0.245
P-Value = 0.018

Spearman Rho: penambahan kenyang, lemak

Spearman rho for penambahan kenyang and lemak = -0.245
P-Value = 0.018

Spearman Rho: penambahan kenyang, serat

Spearman rho for penambahan kenyang and serat = -0.245
P-Value = 0.018

Spearman Rho: penambahan kenyang, kalori

Spearman rho for penambahan kenyang and kalori = -0.245
P-Value = 0.018

Lampiran 12. Pemilihan formula terbaik metode *multiple attribute*

1) Nilai

| Perlakuan | Parameter | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|-------|-------|--------|-------------|
| | Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat |
| Formula 1 | 6.4 | 6.31 | 2.71 | 6.64 | 6.32 | 7.84 | 19.39 | 5.09 | 228.98 | 63.01 |
| Formula 2 | 6.65 | 7.29 | 3.95 | 5.18 | 6.87 | 13.07 | 19.00 | 3.14 | 227.80 | 58.08 |
| Formula 3 | 6.85 | 6.93 | 3.77 | 6.11 | 6.94 | 8.74 | 19.11 | 3.55 | 228.16 | 62.34 |

2) dk

| Perlakuan | Parameter | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|-------|-------|--------|-------------|
| | Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat |
| Formula 1 | 0.934 | 0.866 | 0.686 | 1.000 | 0.911 | 0.600 | 1.021 | 1.621 | 1.005 | 1.085 |
| Formula 2 | 0.971 | 1.000 | 1.000 | 0.780 | 0.990 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Formula 3 | 1.000 | 0.951 | 0.954 | 0.920 | 1.000 | 0.669 | 1.006 | 1.131 | 1.002 | 1.073 |

3) 1-dk

| Perlakuan | Parameter | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|--------|--------|--------|-------------|
| | Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat |
| Formula 1 | 0.066 | 0.134 | 0.314 | 0.000 | 0.089 | 0.400 | -0.021 | -0.621 | -0.005 | -0.085 |
| Formula 2 | 0.029 | 0.000 | 0.000 | 0.220 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Formula 3 | 0.000 | 0.049 | 0.046 | 0.080 | 0.000 | 0.331 | -0.006 | -0.131 | -0.002 | -0.073 |

4) (1-dk)²

| Perlakuan | Parameter | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|-------|-------|--------|-------------|
| | Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat |
| Formula 1 | 0.004 | 0.018 | 0.099 | 0.000 | 0.008 | 0.160 | 0.000 | 0.386 | 0.000 | 0.007 |
| Formula 2 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.048 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Formula 3 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.006 | 0.000 | 0.110 | 0.000 | 0.017 | 0.000 | 0.005 |

5) dk*λ

| Perlakuan | Parameter | | | | | | | | | | Jumlah |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|-------|-------|--------|-------------|--------|
| | Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat | |
| Formula 1 | 0.093 | 0.087 | 0.069 | 0.100 | 0.091 | 0.060 | 0.102 | 0.162 | 0.101 | 0.108 | 0.973 |
| Formula 2 | 0.097 | 0.100 | 0.100 | 0.078 | 0.099 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.974 |
| Formula 3 | 0.100 | 0.095 | 0.095 | 0.092 | 0.100 | 0.067 | 0.101 | 0.113 | 0.100 | 0.107 | 0.971 |

6) λ²*(1-dk)²

| Perlakuan | Parameter | | | | | | | | | | Jumlah |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|-------|-------|--------|-------------|--------|
| | Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat | |
| Formula 1 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.007 |
| Formula 2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Formula 3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |

7) λ*(1-dk)

| Perlakuan | Parameter | | | | | | | | | | Jumlah |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|--------|--------|--------|-------------|--------|
| | Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat | |
| Formula 1 | 0.007 | 0.013 | 0.031 | 0.000 | 0.009 | 0.040 | -0.002 | -0.062 | -0.001 | -0.008 | 0.027 |
| Formula 2 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.022 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.026 |
| Formula 3 | 0.000 | 0.005 | 0.005 | 0.008 | 0.000 | 0.033 | -0.001 | -0.013 | 0.000 | -0.007 | 0.029 |

8) Hasil Perlakuan Terbaik

| Perlakuan | Nilai | | | | Rank |
|------------------|-------|-------|-------|--------|------|
| | L1 | L2 | Lmax | Hasil | |
| Formula 1 | 0.027 | 0.007 | 0.029 | 0.0635 | 3 |
| Formula 2 | 0.026 | 0.000 | 0.029 | 0.0559 | 1 |
| Formula 3 | 0.029 | 0.001 | 0.029 | 0.0604 | 2 |

| Satiation | Hunger | Indeks | Desire | Satisfaction | Protein | Lemak | Serat | Kalori | Karbohidrat |
|-----------|--------|--------|--------|--------------|---------|---------|--------|----------|-------------|
| 6.8500 | 7.2900 | 3.9500 | 6.6400 | 6.9400 | 13.0700 | 19.0000 | 3.1400 | 227.8000 | 58.0800 |

| Σ Parameter | lamda | lamda ² |
|--------------------|-------|--------------------|
| 10 | 0.100 | 0.010 |

Lampiran 13. Dokumentasi penelitian

Dokumentasi terdiri dari rangkain pembuatan food bar, pengujian tingkat kenyang dan pengujian kimia di di laboratorium.



Penimbangan



Penyangraian



Pembuatan bahan pengikat



Pencampuran



Pencetakan



Penuangan coklat



Pemotongan



Pengujian tingkat kenyang



Pengujian tingkat kenyang



Pengujian lemak



Pengujian Protein



Pengujian serat